ANNO XII – VOL. XXIV – N. 1. RIVISTA MENSILE ROMA – 15 Luglio 1923.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. 50; per l'Estero (U. P.) Frs 100. Un fascicolo separato rispettivamente L. 5 e Frs 10

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

(Corporazione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti Italiani)

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione.

Ing. G. L. CALISSE.
Ing. Comm. R. GIOPPO – Ispettore Superiore delle FF. SS.
Ing. Comm. ABDELCADER FABRIS – Capo Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.
Ing. Gr. Uff. L. GREPPI – Direttore Generale della Società Anonima Officine Meccaniche (già Miani, Silvestri, Grondona, Comi & C.) – Milano.
Ing. P. LANINO – Per il Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani.
Ing. Comm. F. SCHUPFER.
Ing. Gr. Uff. C. SEGRÈ.

Segretario del Comitato: Ing. Cav. Uff. NESTORE GIOVENE - Ispettore Principale delle FF. SS.

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO-SINDACATO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI,,

ROMA – VIA POLI, N. 29 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Per le inserzioni rivolgersi esclusivamente all'AMMINISTRAZIONE DELLA RIVISTA

ROMA (4) – Via Poli, N. 29.

Digitized by Google

STABILIMENTI DI DALMINE

SOC. ANONIMA CAPITALE L. 45.000.000 VERS.

TUBI MANNESMANN

fino al diametro esterno di 325 m/m. – In lunghezze fino a 15 metri ed oltre per qualsiasi applicazione.

Colonne tubolari MANNESMANN di acciaio senza saldatura per sostegno pensiline. – Stazione Centrale FF. SS. - Roma, Termini.

SPECIALITÀ PER COSTRUZIONI FERROVIARIE

TUBI BOLLITORI, TIRANTI E DA FUMO, trafilati a caldo ed a freddo, lisci e sagomati, con cannotto di rame, speciali per elementi surriscaldatori.

TUBI PER FRENO, riscaldamento a vapore e per illuminazione di carrozze.

TUBI PER CILINDRI riscaldatori.

TUBI PER GHIERE di meccanismi di locomotive.

TUBI PER APPARATI IDRODINAMICI.

TUBI PER TRASMISSIONI di manovra, Archetti di contatto e Bombole per locomotori elettrici.

TUBI PER CONDOTTE d'acqua con giunto speciale a bicchiere tipo FF. SS. e pezzi speciali relativi.

PALI TUBOLARI per trasmissione energia elettrica e per trazione, tubi relativi per apparecchiature secondo i tipi correnti per le FF. SS.

COLONNE TUBOLARI per pensiline e tettoie di stazioni ferroviarie.

PALI E CANDELABRI per lampade ad arco e ad incandescenza lisci ed ornati, per illuminazione delle stazioni, magazzini di deposito e officine.

TUBI SPECIALI per Automobili, Autoveicoli e Cicli.

Tubi a flangie con bordo semplice e raddoppiato – a vite e manicotto neri e zincati – per pozzi Artesiani – di acciaio speciale ad alta resistenza per trivellazioni – Serpentini – Bombole e Recipienti per liquidi e gas compressi – Picchi di carico – Grue per imbarcazioni – Alberi di bompresso – Antenne – Puntelli – Aste per parafulmine, ecc.

TUBI TRAFILATI A FREDDO, cilindrici e sagomati, per qualsiasi applicazione.

CATALOGO GENERALE E LISTINI SPECIALI, PREVENTIVI GRATIS SU RICHIESTA

AGENZIE DI VENDITA:

MILANO, TORINO, GENOVA, TRENTO, TRIESTE, BOLOGNA, FIRENZE, ROMA, NAPOLI, PALERMO, CAGLIARI

SEDE LEGALE MILANO

T M

DIREZIONE E OFFICINE A DALMINE (BERGAMO)

prous

Digitized by Google

441 11·414

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
(Corporazione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti Italiani)

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione.

Ing. Comm. F. BRANCUCCI - Capo Servizio Lavori e Costruzioni FF. SS.
Ing. G. L. CALISSE.
Ing. Comm. R. GIOPPO - Ispettore Superiore delle FF. SS.
Ing. Comm. ABDELCADER FABRIS - Capo Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.
Ing. Gr. Uff. L. GREPPI - Direttore Generale della Società Anonima Officine Meccaniche (già Miani, Silvestri, Grondona, Comi & C.) - Milano.
Ing. P. LANINO.
Ing. Comm. F. MASSIONE - R. Ispettore Capo Ufficio speciale Ferrovie.
On. NETTI ing. Aldo - Presidente del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani.
Ing. Comm. F. SCHUPFER.
Ing. Gr. Uff. C. SEGRÈ.

Segretario del Comitato: Ing. Cav. Uff. NESTORE GIOVENE - Ispettore Principale delle FF. SS.

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO-SINDACATO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI
ROMA - VIA POLI, N. 29 - TELEFONO 21-18

Anno XII - Vol. XXIV
Secondo Semestre 1923

ROMA
GRAFIA - S. A. I. INDUSTRIE GRAFICHE
Via Federico Cesi, 45

1923

Digitized by Google

INDICE DEL XXIV VOLUME

ANNO 1923

Secondo Semestre

INDICE ANALITICO DELLE MATERIE

Biografie - Necrologie.

Ordinamenti, riforme delle aziende ferroviarie. Provvedimenti legislativi - Regolamenti. Relazioni ufficiali - Tariffe.

Dati storico-statistici e risultati d'esercizio di reti ferroviarie.

Istituti di previdenza - Istruzione professionale. Igiene ferroviaria - Case pei ferrovieri.

Studi e costruzioni di nuove linee ferroviarie, tranviarie e funicolari.

Esercizio ferroviario - Accidenti e sinistri.

Digitized by Google

Armamento delle linee ferroviarie, opere d'arte e lavori

Apparecchi di segnalamento e apparecchi centrali di manovra e di sicurezza.

Costruzioni, modifiche e riparazione del materiale rotabile.

Trazione elettrica.

Digitized by Google

Esperimenti, impianti e problemi relativi all'esercizio ferroviario e alla tecnica ferroviaria in genere

Bibliografia

Digitized by Google

INDICE DELLE TAVOLE FUORI TESTO

Digitized by Google

Anno XII. – Vol. XXIV. **15 Luglio 1923 – N. 1**

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Le nuove carrozze di acciaio delle Ferrovie dello Stato Italiane

(Redatto dall'Ing. ROBERTO MARIANI, del Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.)

(Vedi tav. II e III fuori testo)

Le prime carrozze ferroviarie furono costruite quasi esclusivamente di legno. Il piccolo peso dei treni, le velocità di esercizio limitate rendevano tali carrozze perfettamente rispondenti al loro scopo. D'altra parte l'uso quasi esclusivo del legno nella costruzione delle carrozze era anche favorito da speciali condizioni, quali l'ottima qualità di legname che fino a non molti anni fa era abbondante sul mercato, la facilità con la quale può essere lavorato il legno anche con limitati mezzi, ed in ultimo la tradizione per la quale, perfino nella linea esterna delle carrozze ferroviarie, fu, per molti anni, mantenuta la caratteristica sagoma delle « postiglione ».

Ma di mano in mano che le esigenze del servizio ferroviario crebbero, che il peso e la velocità dei treni aumentarono, che le accelerazioni all'avviamento ed alle fermate divennero maggiori per l'introduzione di locomotive più potenti e dei freni continui, la struttura delle carrozze dovette essere modificata dando più largo impiego al ferro, ma ciò fu fatto limitatamente, sostituendo il ferro al legno quasi pezzo per pezzo, quando cioè, per la diuturna esperienza, non si poteva non riconoscere che certe membrature di legno non erano atte a resistere agli sforzi cui erano sottoposte.

A chi dia una rapida scorsa ai vecchi progetti dei veicoli e specialmente delle carrozze ferroviarie, questa ritrosia alla sostituzione del ferro al legno appare evidente, anche quando i profilati e le lamiere di ferro erano già di produzione corrente ed assai diffusi in altri generi di costruzioni.

La sostituzione in larga misura del ferro al legno urtava contro la tradizione, contro la necessità di modificare radicalmente i mezzi di lavoro nelle Officine di costruzione e di riparazione e sopratutto contro l'opinione, diffusa anche fra molti tecnici, che le carrozze completamente di legno avessero speciali requisiti di marcia tranquilla, elasticità e silenziosità.

Il tipo di carrozza a sottostruttura (telaio) completamente metallica si venne pur tuttavia affermando, e nel momento attuale è certo il più diffuso in Europa. In

353536

Digitized by Google

questo tipo di carrozze il telaio di ferro, cui sono applicati tutti gli organi del rodiggio, della sospensione, della trazione e della repulsione è, costruttivamente, del tutto distinto dalla cassa. Quest'ultima, costruita separatamente, è posata sul telaio ed è a questo più o meno solidamente collegata.

In condizioni normali di esercizio tali carrozze si comportano ottimamente. La cassa, però, rivela una deficiente resistenza in caso di gravi accidenti ferroviari. La relativa facilità con la quale tutta la cassa può scorrere rispetto al telaio, la resistenza limitata delle membrature di legno spiegano perchè assai frequentemente negli incidenti ferroviari le casse delle carrozze di questo tipo restino gravemente avariate e qualche volta completamente distrutte.

La convenienza di migliorare le condizioni di sicurezza dei passeggeri, anche nei casi di gravi incidenti ferroviari, e le difficoltà gravi che si incontrano attualmente ad approvvigionare legname di buona qualità e stagionato, che si presti alla confezione di membrature che abbiano funzione importante nei riguardi della resistenza, hanno deciso l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato Italiane a porre allo studio ed ordinare ad alcune Ditte italiane costruttrici di materiale rotabile ferroviario le nuove carrozze miste di I^{a} e II^{a} classe Serie ABI $^{VCR}_{Z}$, con cassa metallica, rappresentate nelle figure 1 e 2. Esse sono del tipo a quattro porte di estremità, hanno due ampi vestiboli, due ritirate, tre compartimenti di I^{a} classe e quattro compartimenti più un mezzo compartimento di II^{a} classe. Sono capaci complessivamente di 54 posti; 18 di I^{a} e 63 di II^{a} classe.

Hanno una lunghezza fra i respingenti di 22 metri, pesano in assetto di servizio, con le batterie degli accumulatori per la illuminazione elettrica ed i recipienti per l'acqua, completamente riforniti, tonn. 41 circa; ciò che corrisponde a Kg. 760 per posto offerto.

La struttura della carrozza apparisce chiaramente dalla fig. 3. Il telaio e la cassa costituiscono un complesso unico.

La parete di testa, rinforzata con quattro robusti montanti di ferro e i risvolti di lamiera in corrispondenza dell'allargamento della cassa, insieme alla parete metallica di divisione fra le ritirate ed i vestiboli, costituiscono un duplice e robustissimo schermo per impedire gravi danneggiamenti alla parte centrale della carrozza — occupata dai compartimenti — nei casi di gravi accidenti ferroviari. Le pareti laterali costituiscono le travi portanti della carrozza (vedi fig. 4: sezione trasversale delle pareti longitudinali della carrozza); la parte inferiore della parete — che trovasi cioè al disotto dei davanzali delle finestre — è però da sola largamente sufficiente a sostenere tutto il peso della carrozza. Dal punto di vista della resistenza alla flessione sarebbe stato possibile (e forse conveniente perchè la sezione sarebbe risultata meno asimmettrica rispetto all'asse orizzontale baricentrico) di dare dimensioni minori al ferro ad *U* inferiore; ma poichè esso costituisce anche il longherone del telaio e sopporta gli sforzi dovuti alla repulsione, si è ritenuto di abbondare alquanto nelle dimensioni di detto profilato.

Nella costruzione di queste carrozze si sono usati solo profilati normali, di quelli largamente usati in commercio, escludendo qualsiasi tipo di profilato speciale, e limitando, per quanto possibile, il numero dei diversi tipi; ciò per facilità di costruzione e di manutenzione. Con lo stesso criterio l'uso delle lamiere imbottite è stato limitato alle fiancate e alle traverse a ballerina dei carrelli (vedi fig. 5), per tutto il resto si sono usate lamiere piane o semplicemente curvate.

Digitized by Google

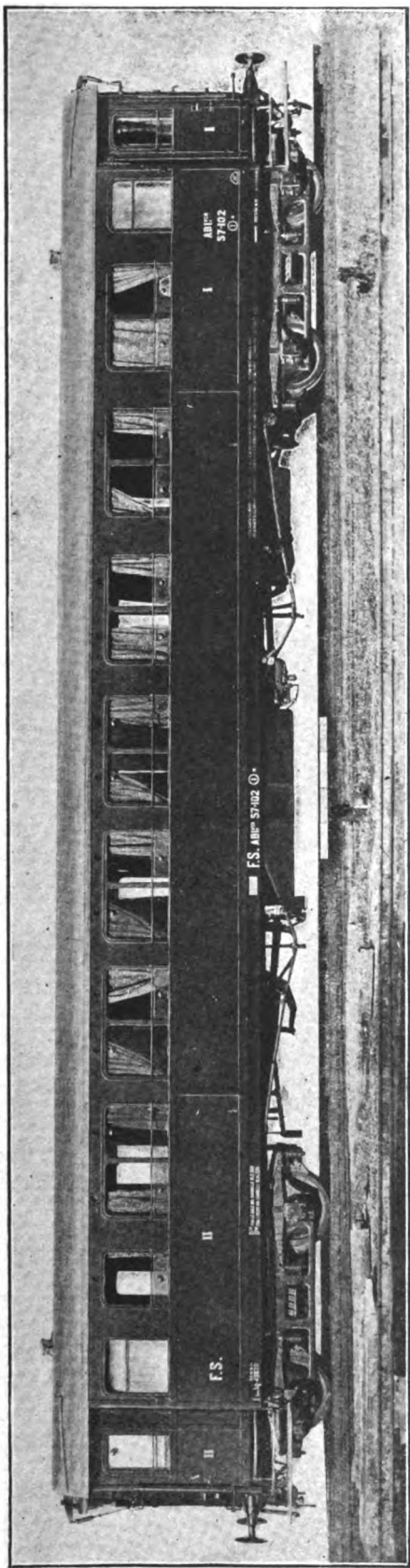



Fig. 1. — Insieme della carrozza.

Distanza fra i perni dei carrelli 14520
Lunghezza della carrozza 19700
Lunghezza totale fra i respingenti 21000

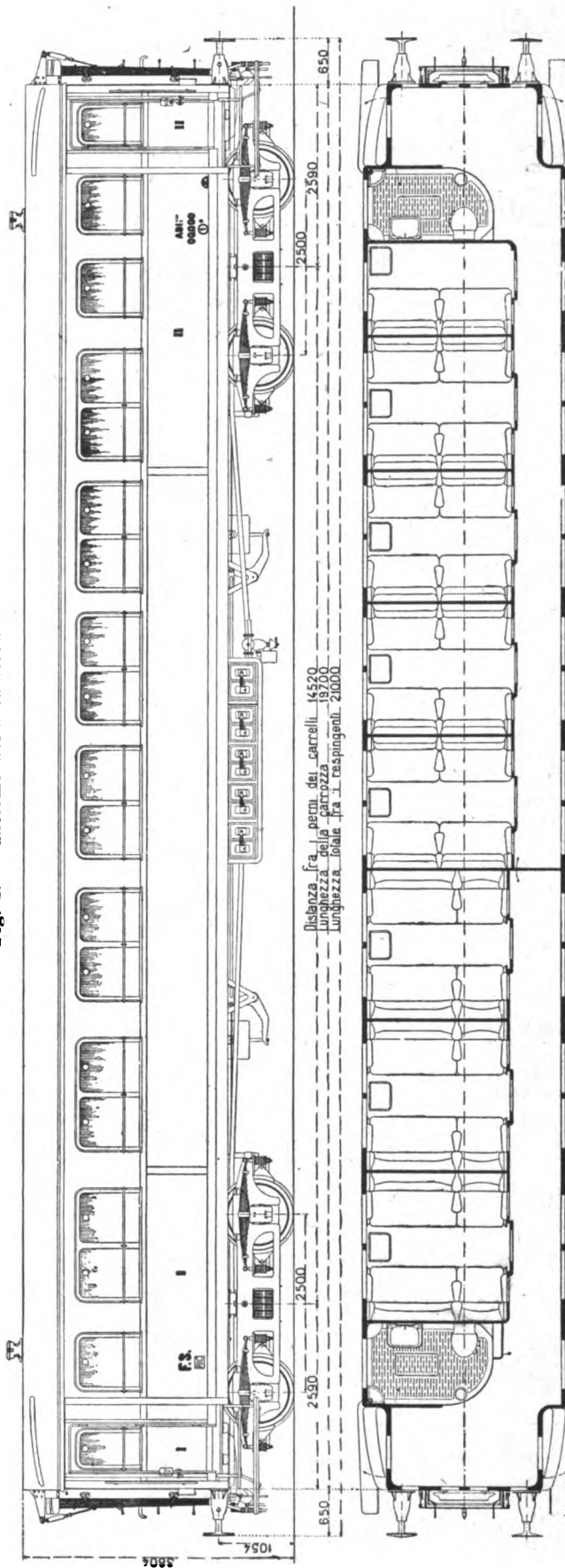



Fig. 2. -- Vista e pianta.

Digitized by Google

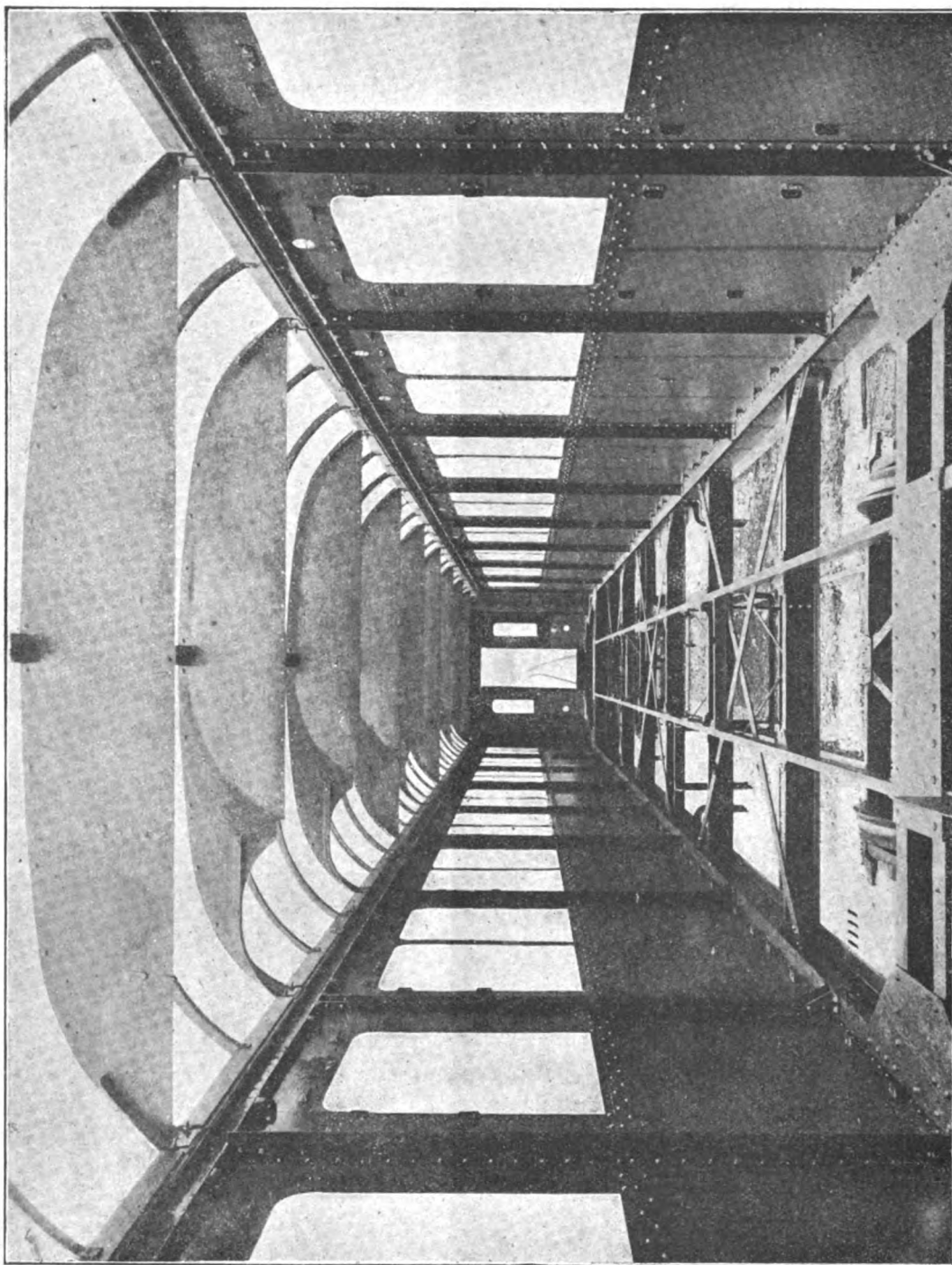



Fig 3. — Ossatura generale.

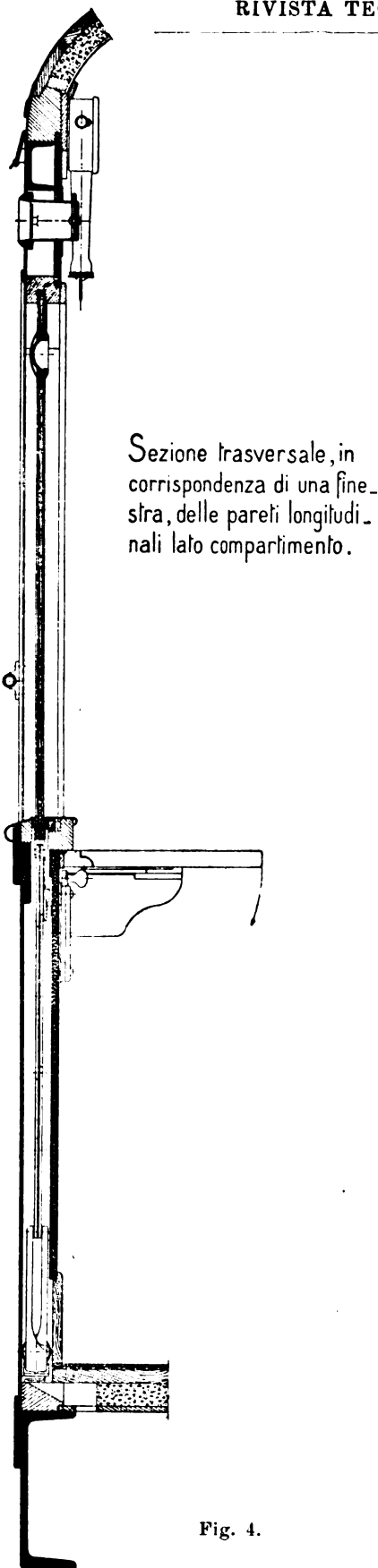
Digitized by Google

Sezione trasversale, in corrispondenza di una finestra, delle pareti longitudinali lato compartimento.

Fig. 4.

Nella fig. 6 sono indicati i cedimenti delle fiancate alle prove di carico che furono eseguite durante la costruzione delle carrozze.

Gli organi della trazione e repulsione di cui sono munite queste carrozze presentano alcune caratteristiche che si ritiene di illustrare brevemente.

È da notare anzitutto che la trazione è del tipo discontinuo, tipo che l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato estende da qualche tempo in sostituzione di quella continua che prima era generalmente usata. La trazione continua, cui specialmente dal punto di vista costruttivo non si possono negare buoni requisiti, presenta però alcuni gravi inconvenienti, fra i quali principalissimo quello (che si rende sempre più palese di mano in mano che il peso e la velocità dei treni crescono) di affaticare eccessivamente i tenditori ed i ganci di trazione.

Il tipo di castelletto di trazione adottato per queste nuove carrozze e che trovasi applicato in prossimità di ciascuna delle due traverse di testa è rappresentato nelle figure 7, 8 e nella tav. III. Esso è costituito essenzialmente da due molle a bovolo le quali, nella prima metà della corsa del gancio, funzionano in serie e nella seconda metà funzionano invece in parallelo, esse cioè si comportano come un'unica molla avente, quando funzionano in serie, un cedimento unitario doppio, e quando invece lavorano in parallelo, un cedimento unitario eguale alla metà di quello di ciascuna. Nel caso in esame avendo le due molle un cedimento di mm. 25 per tonn. ed un carico iniziale di Kg. 2600, il gancio di trazione percorre i primi 30 mm. di corsa sotto uno sforzo linearmente crescente da Kg. 2600 a 3200. Spostandosi il gancio oltre i 30 mm., le due molle lavorano in parallelo e sommandosi quindi le loro reazioni, lo sforzo del gancio si raddoppia a Kg. 6400 e cresce poi linearmente a circa Kg. 8800 in corrispondenza della fine di corsa (vedi fig. 9, diagramma n. 1) con un assorbimento di lavoro di circa 300 Kgm.

Il dispositivo suddetto è stato studiato allo scopo di realizzare una differenza per quanto possibile elevata fra lo sforzo medio del gancio durante la prima parte della sua corsa e lo sforzo massimo corrispondente alla fine della corsa stessa, pur mantenendo questa nei limiti di mm. 60, che per ragioni di tecnica ferroviaria non conviene superare.

Digitized by Google

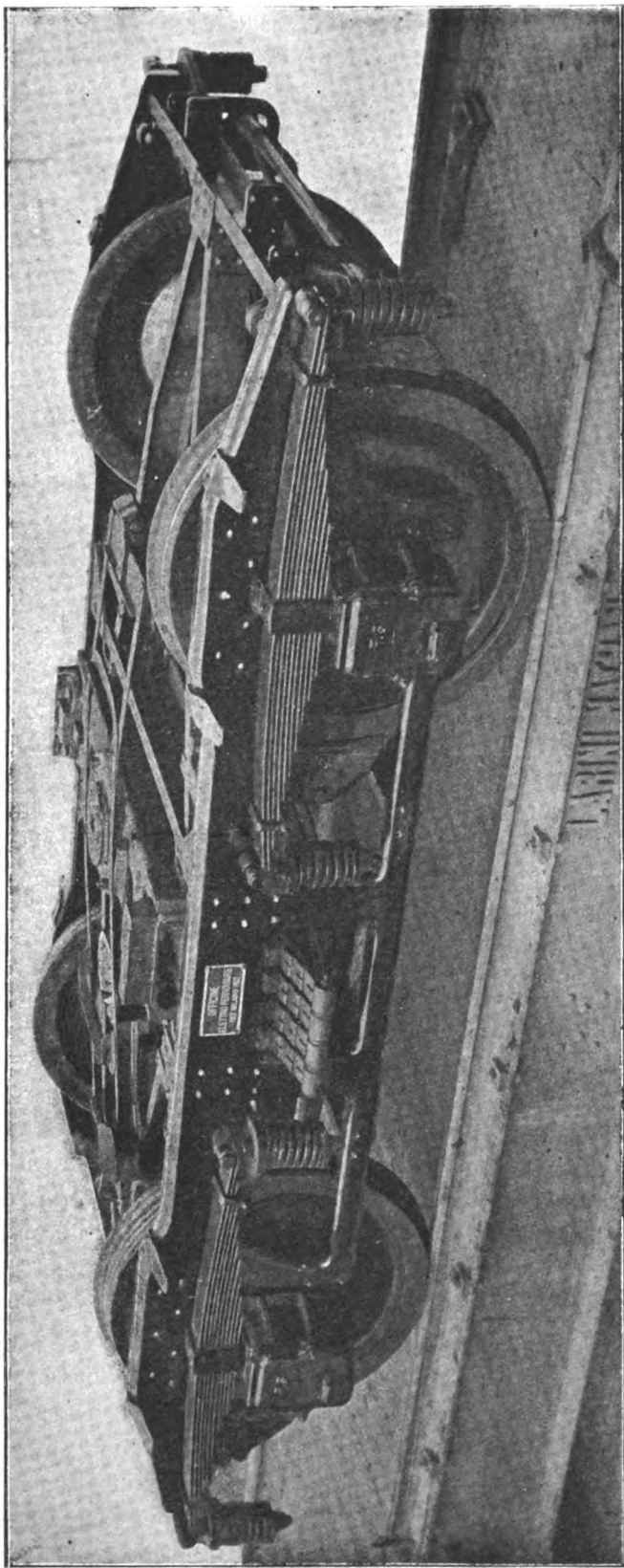



Fig. 5. — Carrello.

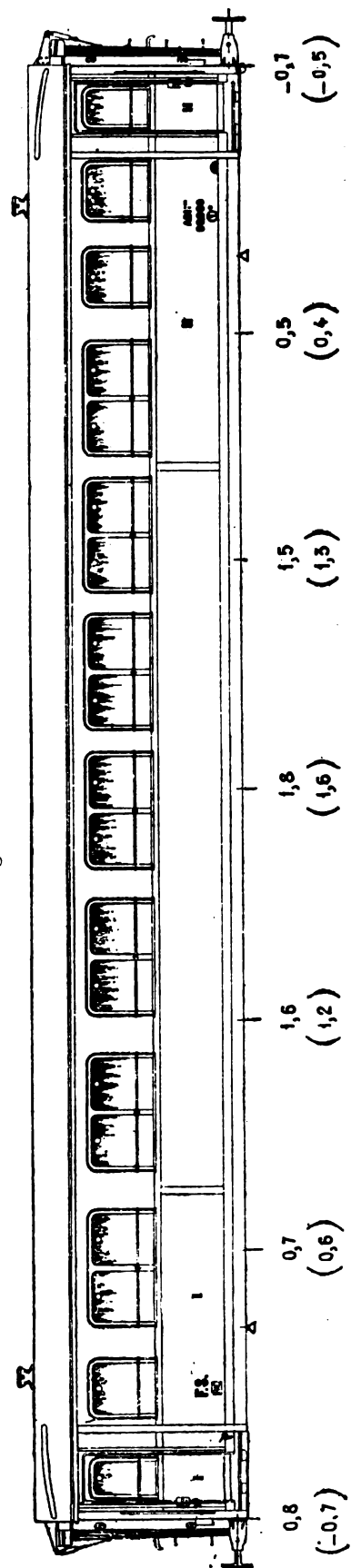



Fig. 6. — Cedimenti nelle prove di carico.

Digitized by Google

Le reazioni corrispondenti ai primi 30 mm. di spostamento del gancio, essendo relativamente piccole, facilitano l'avviamento del treno e rendono in marcia dolce e privo di scosse l'andamento della carrozza. Le reazioni elastiche invece assai elevate dell'ultima parte della corsa del gancio migliorano le condizioni di lavoro degli organi di

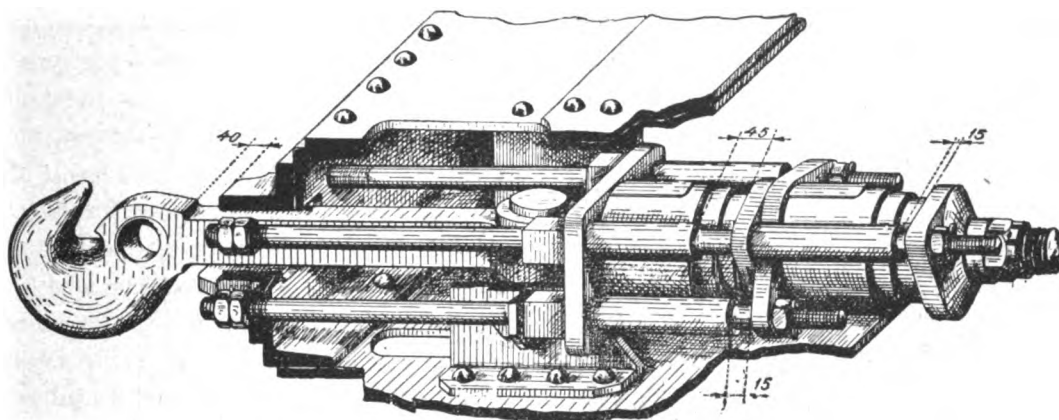



Fig. 7.

trazione e diminuiscono, a parità di tutte le altre condizioni, le probabilità di rottura di questi.

Nei riguardi della disposizione data alle due molle, le quali sono montate direttamente sull'asta di trazione, una di seguito all'altra, è da osservare come ciascuna di esse si trovi sempre nelle migliori condizioni di lavoro. Per qualsiasi spostamento del

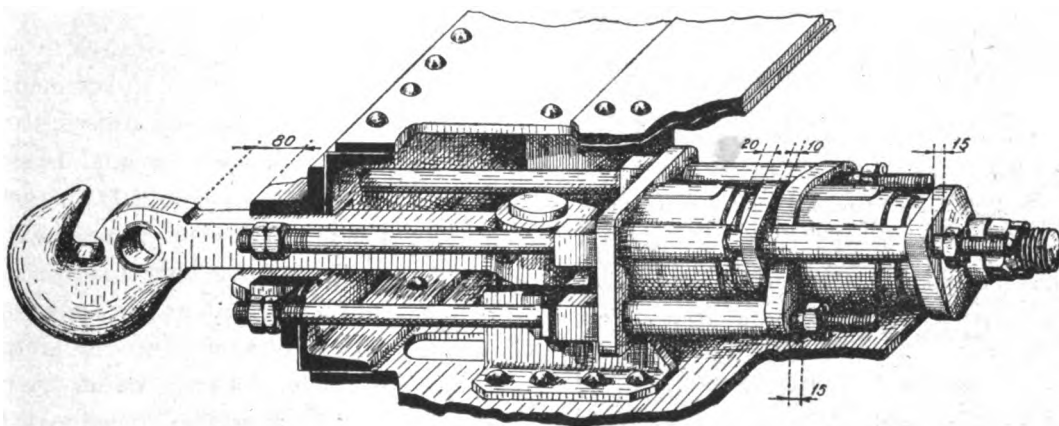



Fig. 8.

gancio, i corrispondenti cedimenti delle molle sono sempre fra loro eguali — sia che esse lavorino in serie, sia che lavorino in parallelo — e conseguentemente pure eguali dovrebbero risultare le due reazioni delle molle. Ma se praticamente — ciò che in effetto si verificherà sempre — le reazioni delle molle risultano più o meno diverse fra loro, ciò non pregiudica per nulla il regolare funzionamento del castelletto, la resultante delle due reazioni delle molle essendo sempre diretta secondo l'asse dell'asta di trazione. Quanto sopra vale anche nel caso limite in cui una qualunque delle due molle

Digitized by Google

fosse rotta e la sua reazione nulla. In queste condizioni il funzionamento sarebbe esattamente quello di un castelletto a semplice molla con sforzo di trazione iniziale di Kg. 2000 linearmente crescente fino a Kg. 4400, rimanendo invariata la corsa del gancio di mm. 60.

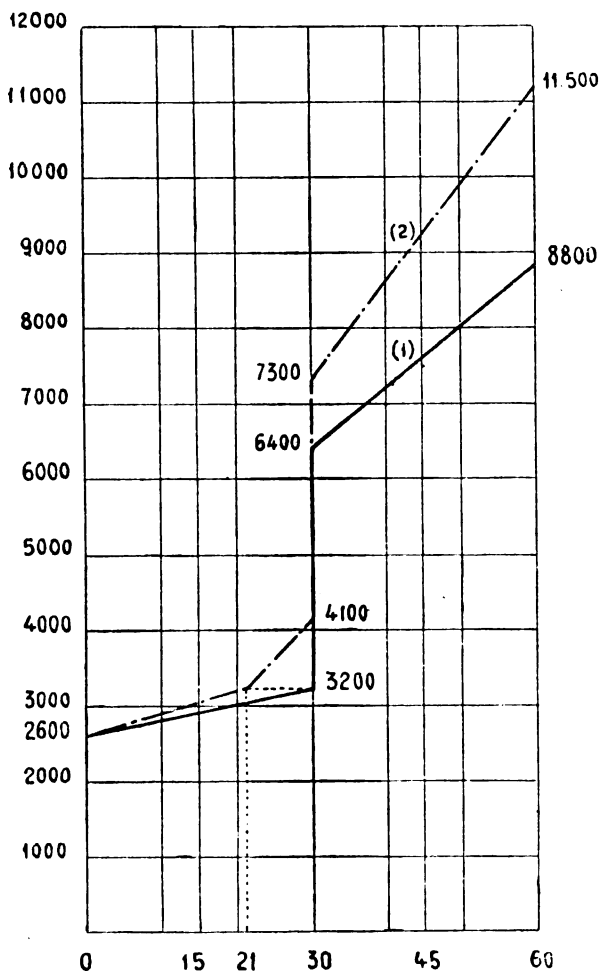



Fig. 9. — Sforzi sul gancio di trazione in funzione degli spostamenti del gancio stesso

Diagramma N. 1 ———— Castelletto con due molle uguali aventi mm, 25 di cedimento per tonnellata e il carico iniziale di Kg. 2600.
Diagramma N. 2 —·——·— Castelletto con una molla avente il cedimento di mm. 10 per tonnellata e l'altra di mm. 25 per tonnellata. Carico iniziale delle due molle Kg. 2600.

La proprietà che possiede il castelletto descritto di avere un funzionamento regolare, anche se le due molle hanno reazioni comunque diverse, permette di poter variare, entro limiti abbastanza estesi, la differenza tra lo sforzo medio della prima parte della corsa del gancio, e lo sforzo massimo corrispondente alla fine della corsa stessa, applicandovi due molle aventi differenti cedimenti unitari. In tal caso detti, s ed s^1 i cedimenti unitari delle due molle, esse si comportano come una unica molla avente un cedimento unitario $S = s + s^1$ quando lavorano in serie, ed un cedimento $S^1 = \frac{s\ s'}{s + s'}$ quando lavorano in parallelo.

Se, per esempio, nel castelletto considerato ad una qualunque delle due molle — le quali, come si è accennato, hanno 25 mm. di cedimento per tonn., — se ne sostituisce altra avente un cedimento di mm. 10 per tonn., le reazioni del gancio, in corrispondenza dei diversi spostamenti, sono quelle indicate nel diagramma n. 2 (Vedi fig. 9) dal quale apparisce che, mantenendo costante lo sforzo iniziale di Kg. 2600, lo sforzo medio nella prima parte della corsa del gancio subisce un aumento assai piccolo laddove lo sforzo massimo corrispondente alla fine della corsa subisce un aumento di Kg. 2700, da Kg. 8800 a Kg. 11.500.

Costruttivamente il castelletto è semplice, non presenta possibilità di erronea montatura ed i singoli pezzi di cui è costituito sono di facilissima costruzione e trovano tutti l'esatta corrispondenza negli organi dei normali castelletti a trazione continua.

La repulsione è rappresentata nella fig. 10 e nella Tav. III ed è a respingenti coniugati; le molle a bovolo che si trovano nell'interno delle custodie, e che reagiscono direttamente sulla traversa di testa, hanno una flessibilità di mm. 65 per tonn.; esse hanno

Digitized by Google

una tensione iniziale di messa in opera di Kg. 1000 ed una tensione a fine corsa di Kg. 2300 circa. Le molle a bovolo che reagiscono sulle leve angolari sono quelle che sopportano lo sforzo principale della repulsione, esse hanno un cedimento di mm. 25 per tonn., una tensione iniziale di Kg. 1300 ed una tensione a fine corsa di Kg. 4700.

La corsa dei respingenti essendo di mm. 88, il lavoro assorbito dagli organi della repulsione è di 820 Kgm.; e quando i respingenti sono a fine di corsa, lo sforzo su di essi è complessivamente di Kg. 14200 circa. In tali condizioni la repulsione conserva

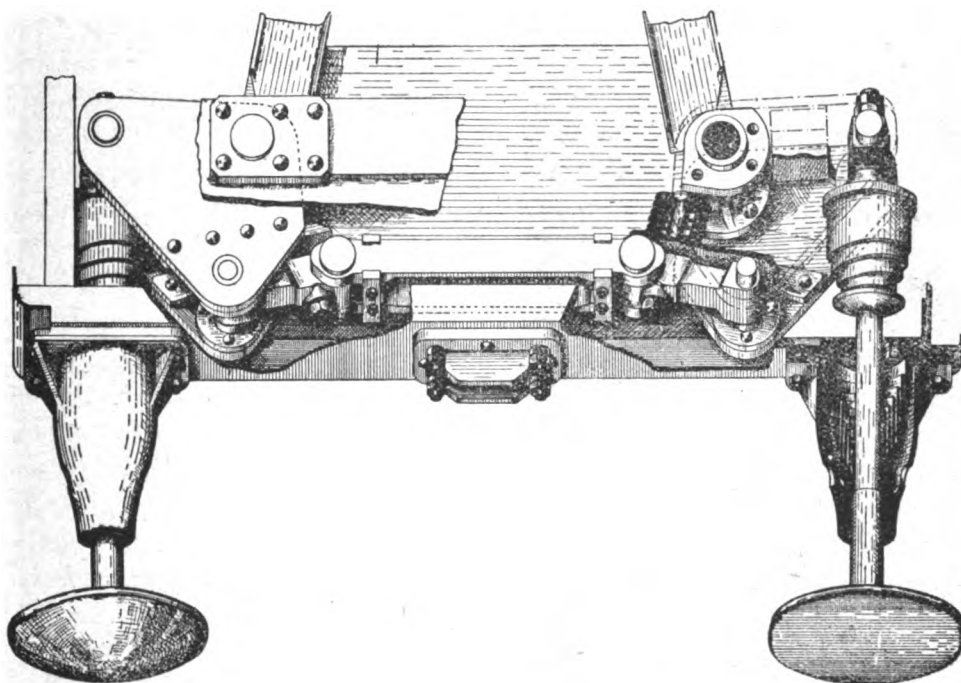



Fig. 10. — Apparecchio di repulsione.

però ancora una certa elasticità, perchè il tirante snodato che collega le leve angolari può subire dei piccoli allungamenti elastici, facendo deformare le due molle ad elica. Le forze che deformano queste molle sono le risultanti delle forze che si esercitano sugli elementi del tirante. È evidente che i quattro snodi *ABCD* non potranno mai disporsi in linea retta e perciò il tirante potrà subire degli allungamenti elastici, qualunque sia lo sforzo che si esercita sui respingenti. Questi piccoli allungamenti che si verificano per sforzi molto elevati (a 3 mm. di cedimento dei respingenti, dovuti all'allungamento del tirante snodato, corrisponde uno sforzo sui respingenti stessi di oltre 70 tonn.) migliorano notevolmente le condizioni di lavoro degli organi della repulsione e la ragione di ciò sta nel fatto che quando per urti forti, i quali in pratica sono però assai frequenti, i respingenti vanno a fondo di corsa, l'eccesso di lavoro oltre quello già assorbito dalle molle deve essere necessariamente assorbito dagli organi della repulsione e dalle membrature del telaio nelle quali si sviluppano sollecitazioni molto elevate perchè suscettibili di deformazioni elastiche piccolissime. Col dispositivo adottato, i cedimenti elastici che possono subire i respingenti — dopo che le molle della repulsione sono completamente appiattite — sono invece ancora apprezzabili e note-

Digitized by Google

volmente maggiori di quelli dovuti alla elasticità propria delle membrature del telaio e degli organi della repulsione e conseguentemente le sollecitazioni che vi si sviluppano risultano notevolmente ridotte.

* * *

L'addobbo, l'arredamento interno ed in generale la costruzione tutta dei compartimenti (Vedi figure 11, 12 e 13) è stata studiata in modo da renderne facile la pulizia onde poter mantenere sempre la carrozza in buone condizioni igieniche. A questo scopo si sono eliminati per quanto possibile i ricettacoli della polvere, escludendo dalle pareti le lincruste a disegni in rilievo, riducendo le cornici — cui è stata data una sagoma semplicissima — a quel minimo strettamente necessario richiesto da necessità costruttive.

Le semplificazioni introdotte nella decorazione delle carrozze lungi dal nuocere all'effetto estetico di esse, conferiscono loro un aspetto di severa eleganza, perfettamente intonato ai tempi attuali nei quali vi è maggior necessità che ogni spesa inutile sia assolutamente evitata.

Nei compartimenti di prima classe vi sono fotografie di interesse turistico, alcune di queste a colori — ottenute con perfezionati mezzi fotomeccanici — sono fedeli riproduzioni dei migliori e più noti quadri delle Gallerie Italiane. Queste riproduzioni conferiscono all'ambiente un carattere decisamente Italiano, ciò che ha tanto maggior valore in quanto queste carrozze sono destinate specialmente ai servizi internazionali.

Ciascun compartimento è munito di due larghe finestre che, come quelle del corridoio, sono tutte a cristallo mobile. Si è ritenuto conveniente abbondare nel numero delle finestre a cristallo mobile, perchè esse costituiscono un « confort » che è molto apprezzato dal pubblico specialmente nella stagione estiva.

I particolari costruttivi delle finestre sono stati oggetto di una partiolarissima cura, il loro buon funzionamento è infatti condizione essenziale per la comodità del pubblico; e poichè le vetrine mobili delle finestre sono senza dubbio la parte che più frequentemente vien manovrata dai passeggeri, è necessario che la manovra stessa sia facile e possa essere eseguita con limitato sforzo.

Il cristallo, che raggiunge il peso di Kg. 17, è equilibrato con l'apparecchio a molla rappresentato nella tavola II.

Già dal 1910 i cristalli mobili delle finestre delle carrozze F. S. furono muniti di apparecchi equilibratori di costruzione estera, questi però non hanno dato risultati completamente soddisfacenti perchè si guastano assai frequentemente. Ciò dipende dal fatto che le due molle di cui essi sono muniti sono troppo piccole in rapporto al lavoro che devono compiere, le sollecitazioni unitarie raggiungono in esse valori eccessivi onde si rompono dopo breve tempo. La disposizione data al nuovo apparecchio consente una molto migliore utilizzazione dello spazio disponibile al disotto del cristallo, dove deve essere montato l'equilibratore, spazio che per necessità costruttive è molto limitato Nel nuovo equilibratore, che è di costruzione italiana, il volume della molla è più che doppio rispetto a quello complessivo delle due molle dei vecchi equilibratori e conseguentemente le sollecitazioni unitarie massime restano su essa notevolmente al disotto dei limiti normali, ciò che garantisce il buon funzionamento dell'equilibratore ed una lunga durata della molla.

Digitized by Google

Per migliorare le condizioni di temperatura nell'interno della carrozza, tanto in estate che nell'inverno, l'intercapedine delle pareti esterne, dell'imperiale e dei pavi-

Fig. 11. — Compartimento di 1ª classe.

menti è stata completamente riempita con agglomerato di sughero. Questo conglomerato si è anche dimostrato efficacissimo nel togliere alla carrozza ogni sonorità, per modo che la marcia risulta molto silenziosa.

Digitized by Google

Ciascun compartimento è munito di due aspiratori rappresentati in alto nella fig. 4. Sono stati applicati alle pareti anzichè al cielo, come si usava con i vecchi tipi di aspi-

Fig. 12. — Compartimento di 2ª classe.

ratori, per evitare di dover praticare dei fori sull'imperiale delle carrozze, fori che, e la pratica di lunghi anni l'ha dimostrato, danno luogo, anche con manutenzione accurata, ad infiltramento d'acqua e a danneggiamenti dell'addobbo interno.

Digitized by Google

Le ritirate sono rappresentate nella seconda parte della Tav. III, esse sono assai ampie e corredate di un lavabo di porcellana con specchio, del cantero, servito da

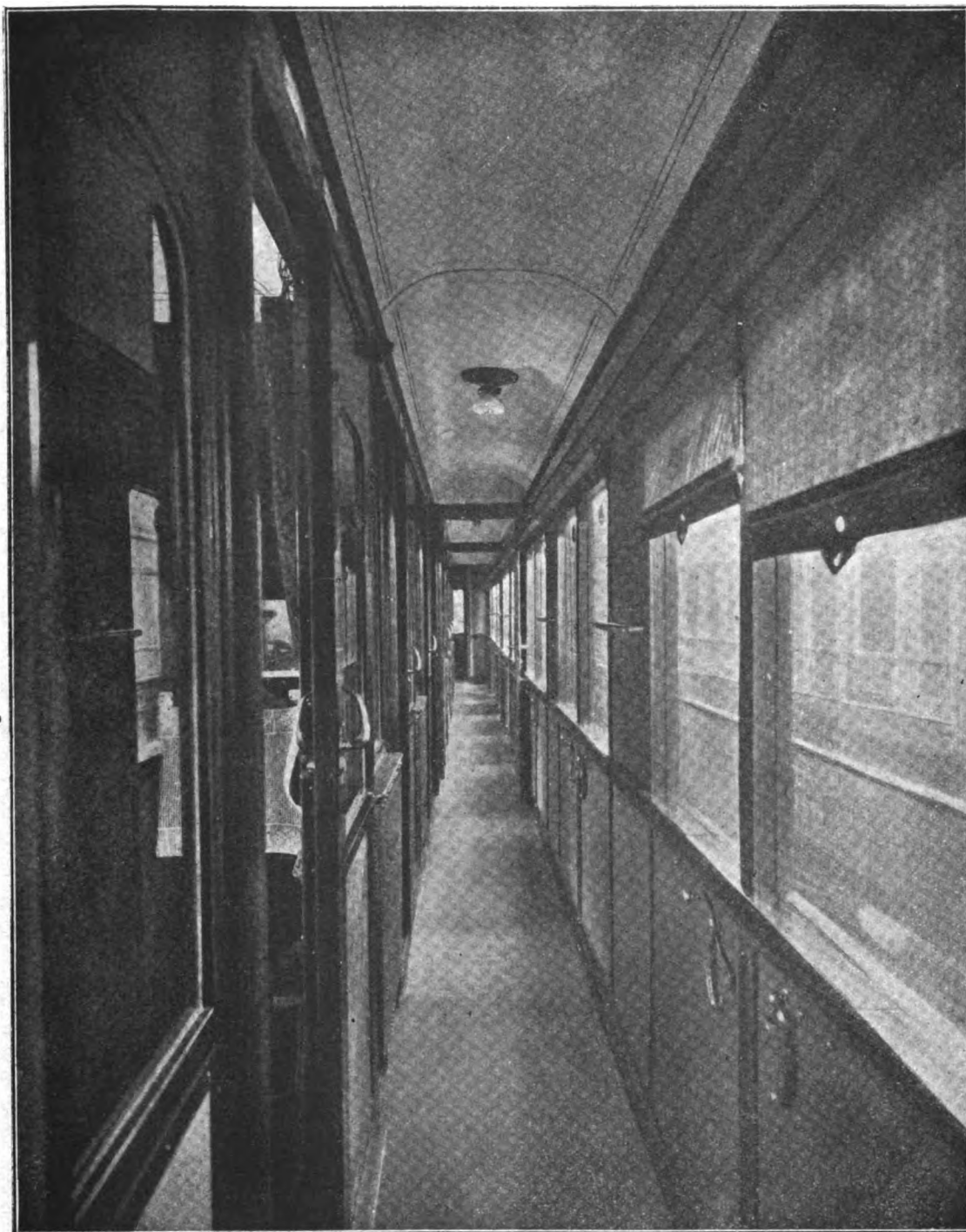



Fig. 13. — Corridoio.

sciacquone e munito di ciambella e coperchio, dell'orinatoio pure servito di sciacquone, del porta sapone, di un armadietto per gli asciugamani e di un cestino per stracci.

Digitized by Google

Il pavimento delle ritirate è di cemento, al disopra di questo, ad opportuna distanza, trovasi una griglia di ghisa. Questo tipo di pavimentazione, già sperimentato con ottimo risultato, garantisce che la superficie del pavimento si mantenga sempre asciutta e pulita.

Il rubinetto per dare acqua al lavabo è semplicissimo (vedi fig. 14). Portando la maniglia da una delle due posizioni estreme nell'altra, esso lascia affluire un litro

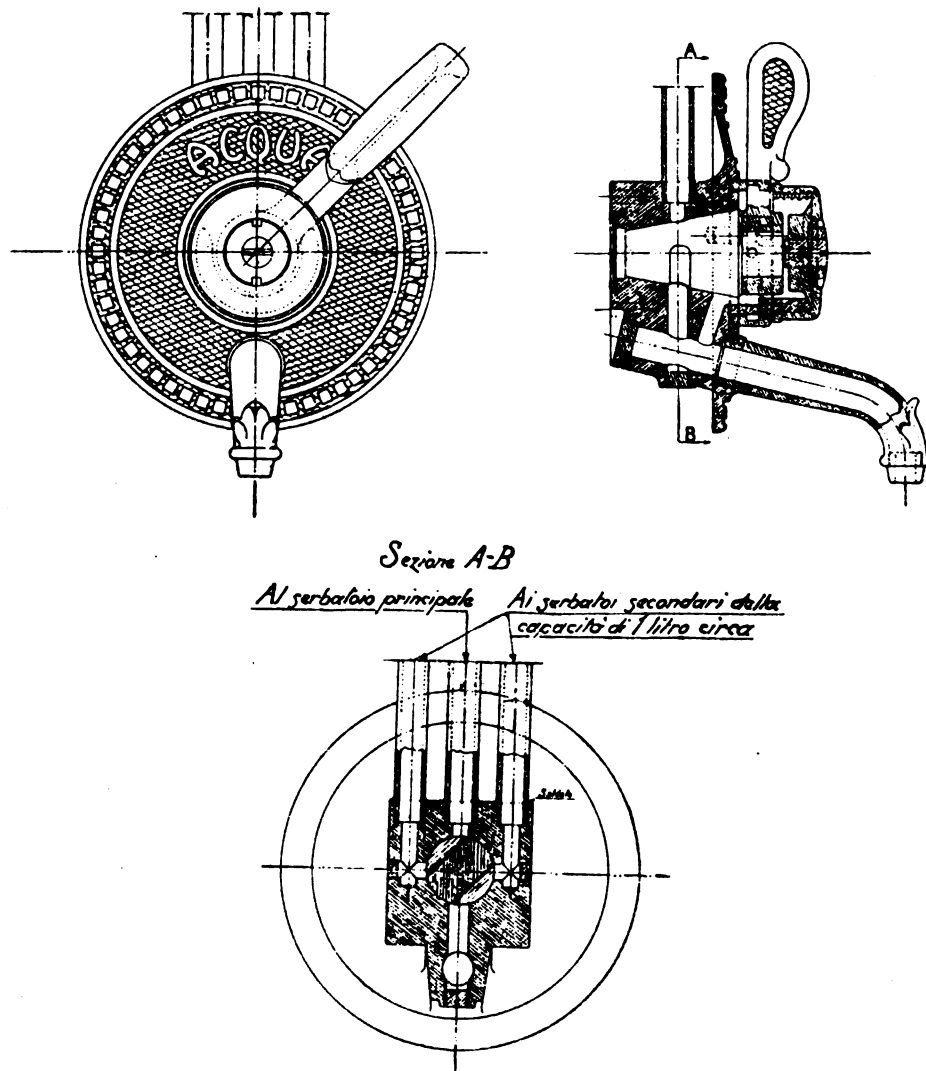



Fig. 14. — Rubinetto del lavabo.

d'acqua circa, dopo di che, senza bisogno di nessun'altra manovra, il getto dell'acqua cessa automaticamente. Il tempo che dura l'efflusso di un litro d'acqua è largamente sufficiente per potersi lavare; del resto niente impedisce che, manovrando nuovamente la maniglia del rubinetto, si possa immediatamente erogare un secondo litro di acqua. Questa disposizione presenta due vantaggi sostanziali e cioè:

1º rende impossibile che i passeggeri — per incuria od anche per malevolenza — lascino aperto il rubinetto determinando in breve tempo l'esaurimento della riserva d'acqua.

Digitized by Google

2° permette ai passeggeri di lavarsi sotto il getto dell'acqua corrente senza bisogno di accumularla nella catinella del lavabo, vantaggio quest'ultimo che è specialmente apprezzabile per ovvie ragioni di igiene.

Il riscaldamento della carrozza è fatto con vapore a bassa pressione, integrato con un impianto ad alta pressione che sarà fatto funzionare nelle regioni molto fredde.

L'illuminazione delle carrozze è elettrica ad accumulatori tipo F. S. La capacità delle batterie garantisce l'illuminazione delle carrozze per oltre 50 ore.

Le carrozze sono provviste del doppio freno automatico e moderabile, del freno a vuoto invertibile; esse soddisfano inoltre a tutte le condizioni speciali per poter transitare su tutte le principali reti europee.

Lo studio completo, comprendente circa 350 disegni, è stato eseguito presso l'Ufficio Studi del Servizio Materiale e Trazione. Sono state costruite fino ad ora 150 carrozze di questo tipo. La costruzione è stata suddivisa fra le seguenti Ditte:

Officine Meccaniche (già Miani e Silvestri e C.; A. Grondona, Comi e C.), Milano;
Società Nazionale delle Officine di Savigliano, Torino;
Fiat (Sezione Materiale Ferroviario), Torino.
Società Anonima Officine Elettro Ferroviarie, Milano.

I materiali primi, ad eccezione di una parte dei legnami, sono tutti di produzione nazionale.

La ricostruzione delle ferrovie francesi distrutte durante la guerra.

Nell'esporre le ragioni del progetto di legge relativo al Bilancio speciale, per l'esercizio 1923, delle spese ricuperabili in esecuzione dei Trattati di Pace, il Ministro delle Finanze è stato indotto a fornire alcune informazioni sullo sviluppo delle ferrovie ricostruite ed il costo di questa ricostruzione.

Il numero di chilometri di ferrovie d'interesse generale da ricostruirsi, al momento dell'armistizio, era di 2400. Al 1° gennaio 1921 tutti questi erano già ricostruiti; le somme spese a questo scopo fino al 31 dicembre 1922 ammontano a 2182 milioni di franchi.

La ricostruzione delle linee di interesse locale è stata meno rapida. Sui 2409 km. distrutti, 471 soltanto erano stati ripristinati al 1° gennaio 1921, 1323 al 1° gennaio 1922, 1523 al 1° gennaio 1923. Restano perciò ancora 886 km. da ricostruirsi.

Prove in Francia su veicoli elettrici ad accumulatori.

L'Unione francese dei Sindacati dell'Elettricità, che da qualche tempo si va interessando all'uso di carrozze automobili elettriche, sta organizzando alcune prove controllate sulla trazione di veicoli ad accumulatori. Prove che avranno luogo dal 25 settembre al 10 ottobre col concorso sia dell'Ufficio nazionale delle ricerche scientifiche e industriali e delle invenzioni, sia della Commissione tecnica dell'*Automobile-Club*.

Secondo il regolamento che è stato recentemente pubblicato, il percorso giornaliero per ciascun veicolo, con o senza ricarica parziale, sarà da 50 a 80 km. secondo la categoria in cui il veicolo stesso verrà classificato.

Finora una ventina di unità sono iscritte per partecipare alle prove, dal trattore per stazioni ed officine sino al grande autocarro da 5 tonn., passando per le carrozze leggere ed i piccoli *camions*.

Digitized by Google

Su di un nuovo tipo di distribuzione a valvole applicato sulla locomotiva “ Consolidation „ n. 740.324 FS.

(Continuazione, vedi N. 6, 15 giugno 1921, Vol. XIX, pag. 152 a 170) (1)

(Redatto dall'Ing. GUIDO CORBELLINI
per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle Ferrovie dello Stato)

Nelle conclusioni riassunte alla fine della prima parte teorico-descrittiva della precedente nota riguardante la nuova distribuzione a valvole ideata dall'Ing. A. Caprotti di Milano ed applicata per esperimento sulla locomotiva N. 740.324 F. S. si erano espressi dei dubbi sulla praticità del nuovo dispositivo che risulta evidentemente più complesso dell'ordinario distributore cilindrico.

Tali dubbi, che erano predominanti su quelli di carattere termico, potevano risolversi solo con l'utilizzare la locomotiva in servizio corrente per un tempo sufficientemente lungo nel turno delle altre locomotive similari, ma con distribuzione a settore « Walschaert ».

Sia all'epoca in cui fu compilata la prima parte della presente memoria, che nel periodo immediatamente successivo, tali dubbi erano più che leciti perchè già nelle prove preliminari della nuova distribuzione si manifestarono alcuni inconvenienti costruttivi che consigliavano la prudenza in un giudizio esplicito sulla buona riuscita *pratica* dell'apparecchio in istudio (2).

In attesa della risoluzione di tale importantissima questione, l'autore gradatamente perfezionava e completava il suo studio per eliminare gli inconvenienti di natura meccanica e di esercizio, in modo da modificare fin dove era possibile l'apparecchio distributore della locomotiva N. 740.324 o il progetto di altri futuri esemplari per ottenere quei risultati meccanici di semplicità e sicurezza che egli si era prefisso di raggiungere (3).

(1) Errata-corrige dell'articolo precedente:

pag.	162	riga	10	in	luogo	di	fig.	5	leggere	fig.	9
»	165	»	3	»	»	»	»	10	»	»	11
»	167	»	3	»	»	»	»	11	»	»	12
»	168	»	3	»	»	»	»	12	»	»	10
»	168	»	21	»	»	»	»	12	»	»	10

Nella tavola XXIV e nella fig. 10 le ascisse rappresentanti gli spazi angolari, misurati sulla circonferenza della manovella, vanno lette in una scala metà di quella con cui furono tracciate.

(2) Tra le avarie degne di rilievo ricordo la rottura dell'albero di trasmissione (fig. 6, pag. 158 della precedente memoria; albero di comando della distribuzione); la rottura dei gambi di guida di tutte e quattro le valvole di scarico; la rottura di un ingranaggio conico di un albero di trasmissione ricordato, dei supporti di spinta dell'albero a camme, rigatura dei rullini *a* e *b* sulle camme *c* e *d* (fig. 5 a pag. 158 op. cit.).

(3) Tra le modificazioni sostanziali dell'apparecchio che saranno apportate alle nuove costruzioni ricordo la *completa modificazione* del sistema di lubrificazione già accennata a pag. 161 della precedente

Digitized by Google

Mentre si esperimentava l'apparecchio « Caprotti » dal punto di vista meccanico si fecero anche numerose prove dinamometriche preliminari di orientamento sulle possibili economie totali realizzabili con la nuova distribuzione. In tali prove furono rilevati dei difetti di struttura delle fasi di introduzione ed espansione dei diagrammi del lavoro indicato, caratteristici nelle motrici e valvole con rapide aperture delle luci. Essi, per motrici a vapore veloci, sono stati rilevati anche da altri sperimentatori che li hanno localizzati come conseguenza di una difettosa trasmissione di pressione dai tubi di condotta del vapore dei cilindri agli indicatori (1).

Le cause della deficienza di portata delle luci di accesso del vapore all'indicatore, e che provocavano la vibrazione dell'indice dell'indicatore stesso, nel caso della distribuzione « Caprotti » devono però essere insite nella struttura dei canali di ammissione dei cilindri oppure nelle valvole e non nelle tubazioni, perchè altrimenti gli stessi indicatori installati nella identica posizione con le stesse tubazioni ubicate nell'identico modo, non avrebbero dato dei buoni diagrammi, nè con la distribuzione « Walschaert » nè con quella del « Lentz » che furono entrambe provate dallo sperimentatore per isolare ed identificare il difetto del rilievo dei diagrammi con la distribuzione « Caprotti » (2).

Come spiegazione particolare data durante le prove dinamometriche preliminari al fenomeno citato, si sono prospettate le seguenti ipotesi:

Si ritiene che, nel caso particolare della locomotiva N. 740.324, primo esemplare costruito con la nuova distribuzione « Caprotti » i diagrammi del lavoro indicato, a velocità angolari elevate, accusano delle vibrazioni nella fase di introduzione ed espansione in conseguenza principalmente di fenomeni dinamici del vapore attraverso le luci di introduzione che sono forse troppo sinuose per essese sufficienti ad evitare moti vorticosi del vapore. Tali fenomeni, uniti a cause inerenti all'inerzia delle masse delle valvole comandate dalle camme, specialmente sensibili ai piccoli gradi di introduzione e al disopra di una determinata velocità, probabilmente provocano le rapide va-

memoria, con abolizione dell'attuale pompa a lubrificazione forzata; sostituzione dei due attuali alberi di comando esterni con un'unica trasmissione interna molto più robusta e snodata (Cfr. *The Caprotti Locomotive valve gear* in *Engineering*, 27 aprile 1923, pagg. 522 a 523); creazione di un nuovo dispositivo automatico per l'apertura in corto circuito delle valvole di introduzione per la marcia a regolatore chiuso; diminuzione dell'attuale *angolo morto* della distribuzione, considerato agli effetti dello spostamento della locomotiva sotto carico con tenditori tesi; maggior facilità di sostituzione degli apparecchi distributori, speciale ubicazione di essi in casi di guasti per realizzare rapidamente la possibilità di marcia con mezzo meccanismo; modificazione alle guide delle valvole, alle punterie e ad altre parti di minore importanza.

(1) Cfr. *Die Dampflokomotiven der Gegenwart, Robert Garbe*, edizione 1920, pag. 577 a 613; i diagrammi difettosi riprodotti in tale libro sono del tutto paragonabili a quelli ottenuti con la locomotiva N. 740.324 a distribuzione Caprotti.

(2) I tre diagrammi pubblicati a pag. 163 del fascicolo del 15 giugno 1921 (anno X, vol. XIX, n. 6) di questa Rivista erano stati scelti tra quelli ottenuti nelle primissime prove, dei quali parecchi avevano il difetto che ora ci interessa.

Le singole parti del meccanismo distributore non erano ancora sufficientemente adattate, e le resistenze e gli attriti interni dell'apparecchio avevano valore superiore di quello che poteva essere compatibile con le dimensioni costruttive dei singoli pezzi: fu perciò necessario adattare l'apparecchio con opportuni ripieghi costruttivi compatibili con le dimensioni dei suoi pezzi, e allora, migliorate le condizioni di funzionamento meccanico si manifestarono in modo costante e senza eccezioni quelli del rilievo dei diagrammi del lavoro indicato.

Di ciò l'autore tiene conto nella costruzione dei suoi futuri apparecchi.

Digitized by Google

riazioni di pressione che determinano le oscillazioni vibratorie dello stantuffo esploratore dell'indicatore, alterando la linea di introduzione e di espansione tracciata sulla carta sensibile.

In conseguenza di tale conclusione sperimentale, nei nuovi tipi di distributore, studiato dall'autore per le future applicazioni, furono tenute in particolare conto le dimensioni delle luci di introduzione e furono calcolati i profili delle camme e tutte le altre dimensioni del meccanismo di distribuzione in modo da garantire il funzionamento regolare dell'apparecchio alla velocità angolare di 400 giri al minuto primo, e cioè con largo margine rispetto alle usuali velocità massime normali ammesse generalmente per le locomotive a vapore (circa 300 giri al minuto primo).

Constatato quanto sopra nelle prove dinamometriche preliminari veniva di conseguenza che le prove dinamometriche definitive non potevano essere portate a termine in modo rigoroso e completo, perchè alle determinazioni riferite alla potenza e al lavoro utili al gancio (ottenute al dinamometro) mancavano il conforto e la conferma delle analoghe determinazioni riferite al lavoro indicato sui cilindri.

Nè poteva riuscire tecnicamente esauriente lo studio sperimentale di un nuovo cinematismo di distribuzione, proprio quando non era possibile ottenere le principali basi di analisi come sono quelle dell'esatto rilievo dei diagrammi con l'indicatore.

Ma lo studio del nuovo cinematismo, appena iniziato col primo esemplare costruito, aveva messo in evidenza tanti aspetti nuovi ed interessanti del problema che potevano permettere di prescindere provvisoriamente dall'analisi teorico-sperimentale completa del cinematismo, per limitare in un primo tempo l'osservazione al solo comportamento pratico in servizio della nuova locomotiva. E per avere una linea di orientamento sulle convenienza o meno di ampliare l'esperimento della nuova distribuzione, poteva ritenersi sufficiente garanzia quella dei risultati ottenuti nelle prove dinamometriche preliminari per constatare in prima approssimazione *l'ordine di grandezza* delle economie che si potevano realizzare con il nuovo dispositivo.

Tali prove preliminari riferite solo al confronto dei consumi per unità di lavoro utile al gancio, tra la locomotiva con distribuzione « Caprotti » e un'altra con distribuzione « Walschaert », raggiunsero una omogeneità di risultati tali da poter garantire la convenienza termica del nuovo dispositivo, e quindi permettere di concludere che dal punto di vista termico la nuova distribuzione rappresentava un sensibile vantaggio in confronto delle usuali distribuzioni a settore.

Si decise perciò di proseguire l'esperimento su di un altro esemplare di locomotiva provvista di distribuzione « Caprotti » nella quale fossero eliminati tutti i difetti che si erano resi manifesti dalle prove con il primo esemplare e a cui fossero apportati i perfezionamenti che la pratica di esercizio aveva suggeriti.

* * *

In complesso, dal gennaio 1921 a tutto maggio 1923 la locomotiva N. 740.324, a cui fu applicata la prima distribuzione a valvole dell'ing. Caprotti, ha fatto servizio regolare con treni viaggiatori e merci, di poco superiore ai 45.000 Km. e di cui circa un terzo dal gennaio 1921 a tutto dicembre 1921, in periodo sperimentale, e il successivo in servizio regolare con le altre locomotive similari gruppo 740 del deposito di Firenze-Campo Marte.

Digitized by Google

Tale gruppo di locomotive disimpegna principalmente il servzio del valico appenninico da Firenze a Faenza, con doppia coppia di personale assegnato alla locomotiva e turni di muta per i rinforzi e le spinte a Borgo S. Lorenzo e a Marradi. Il distributore, nel gennaio 1922 fu chiuso e piombato per renderlo inaccessibile a tutti e fu solo spiombato, con l'intervento dell'ingegnere sperimentatore, per riparare le avarie verificatesi. Le soste per le riparazioni, al netto degli inevitabili perditempi richiesti dalle verifiche, non furono superiori a quelle delle altre locomotive. Il personale di macchina che ha adoperato ed adopera la locomotiva in servizio corrente, non ha riscontrato difficoltà nella sua condotta, nulla può dirsi per il personale operaio di Deposito che deve incaricarsi della manutenzione corrente della locomotiva, perchè fino ad oggi alle riparazioni e modificazioni occorse al distributore ha provveduto sempre direttamente l'ing. Caprotti, a mezzo di Ditte di propria fiducia.

In conclusione si può affermare che:

1° *Dal punto di vista costruttivo, il primo risultato pratico dell'apparecchio distributore « Caprotti » è tale da dar buone speranze che in seguito, con i successivi miglioramenti e semplificazioni già in parte suggeriti dall'esperienza e dalla pratica dell'esercizio, si raggiunga un assetto costruttivo definitivo che risponda pienamente alle esigenze della semplicità e della sicurezza dell'esercizio.*

2° *Realizzandosi le condizioni pratiche precedenti, le prove dinamometriche preliminari hanno già dato un orientamento sufficiente far ritenere che le condizioni termodinamiche teoriche da cui è partito l'autore per lo studio della nuova distribuzione influiranno in modo positivo sull'economia di combustibile da realizzarsi nelle locomotive a vapore.*

Tutto ciò troverebbe un riflesso favorevole nel fatto che in servizio corrente e durante 9 mesi la locomotiva N. 740.324 ha realizzato un consumo unitario medio di combustibile, al di sotto del quale non è andata alcun'altra locomotiva del gruppo appartenente al Deposito di Firenze-C. Marte, per quanto debba notarsi che il consumo minimo stesso sia stato quasi esattamente raggiunto da un'altra locomotiva a distribuzione « Walschaert » e trattisi non di vero e proprio esperimento rigorosamente seguito, per cui non è da darsi a tale consumo significato definitivo.

In conseguenza delle citate conclusioni l'amministrazione delle Ferrovie dello Stato decise di estendere l'esperimento della nuova distribuzione su più vasta scala ordinandone l'applicazione ad altre 10 locomotive e facendo il seguente programma:

1° Saranno costruite con la distribuzione « Caprotti » n° 6 locomotive gruppo 740 Consolidation nuove, dello stesso tipo della prima locomotiva sperimentale a vapore surriscaldato a due cilindri gemelli, e nelle quali saranno apportate tutte le modificazioni costruttive suggerite in particolare modo per tale gruppo di locomotive. Esse verranno paragonate in servizio corrente con altre 6 locomotive dello stesso tipo, ma a distribuzione « Walschaert ». Una locomotiva gr.° 740 a distribuzione « Caprotti » servirà per le prove dinamometriche definitive e verrà messa in confronto con altra a distribuzione « Walschaert » partendo dagli stessi risultati preliminari già ottenuti con la N. 740.324.

2° Saranno modificate n. 4 locomotive gr.° 685 tipo *Prairie* (1-3-1) a vapore surriscaldato e a quattro cilindri gemelli per treni diretti; il nuovo distributore « Caprotti » studiato per tale tipo di locomotiva e per il comando di due cilindri dovrà costituire

Digitized by Google

oggetto di studio speciale per le notevoli particolarità costruttive che necessariamente lo differenzieranno dal precedente, il quale invece comanda un solo cilindro.

Una locomotiva di tale gruppo verrà esperimentata in modo speciale e ne sarà fatto il confronto dinamometrico con altra similare a distribuzione « Walschaert ».

La prima locomotiva grº. 685 trasformata con distribuzione « Caprotti » uscirà dalle Officine di grande riparazione in questa estate.

La prima locomotiva gr.º 740 costruita con la distribuzione « Caprotti » sarà invece ultimata nel prossimo autunno.

Quando si avranno in modo completo gli elementi dinamometrici e pratici relativi al nuovo tipo di distribuzione, si farà una ampia ed esauriente relazione nella quale saranno raccolti tutti i rilievi sperimentali e di esercizio atti a dare la massima chiarezza di interpretazione ai risultati definitivi conseguiti con il nuovo tipo di distribuzione, che, si ripete, si presenta fin d'ora con promesse di risultati soddisfacenti.

Firenze, giugno 1923.

Le condizioni finanziarie delle ferrovie dello Stato belghe.

I risultati dell'esercizio ottenuti nel 1921 e nel 1922 giustificano le previsioni per il 1923. Non solo il *deficit* di 16 milioni registrato per il 1922 verrà a sparire, ma si può prevedere un beneficio grazie sia all'aumento delle entrate sia alla diminuzione delle spese di esercizio, le quali dal 47,8 % nel 1921, sono discese nell'anno successivo al 40,5 %.

Il percorso delle locomotive si è elevato, a partire dal 1921, da 156 km. a 168 km. al giorno per i treni viaggiatori; ha raggiunto 95 km. per i treni merci. Nello stesso tempo il consumo di combustibile è stato ridotto da 22 a 20 kg. per macchina-chilometro, e la proporzione delle mattonelle dal 40 al 22 %. Tre laboratori di prove sui combustibili sono stati creati nel 1922 a Charleroi, a Liège e a Mons.

Le notevoli spese per migliorare le officine di riparazione esistenti e crearne di nuove sono state largamente compensate dalla riduzione nel numero degli operai e dall'aumento della produzione. Grazie, d'altra parte, alle restituzioni della Germania, nel 1922 il parco del materiale rotabile si è trovato in condizione di poter fronteggiare le esigenze del traffico. Per svecchiare il materiale sono stati posti fuori servizio, e venduti nei limiti del possibile, 666 locomotive e 924 *tenders*.

Mediante opportune innovazioni nell'organizzare i servizi relativi, si è realizzata un'economia di 500.000 franchi nelle spese di personale delle stazioni di Anversa e di 125.000 franchi in quelle di una sola stazione di Bruxelles. L'adozione crescente del *dirigente unico* ha apportato altre economie.

Anche i servizi di contabilità e statistica hanno ricevuto cure assidue, perchè acquistassero, nei limiti del possibile, i caratteri ed i metodi della contabilità industriale.

Servizio di ferry-boats attraverso la Manica.

In attesa che possa diventare un fatto compiuto la galleria della Manica, oggetto ormai di studi e voti innumerevoli, si va provvedendo per un servizio di ferry-boats tra l'Inghilterra (Harwich) e il continente (Zeebrugge). In ambedue questi porti sono in corso i lavori per gli impianti fissi occorrenti, mentre si prepara il materiale rotabile adatto a circolare tanto sulle linee inglesi quanto sulle ferrovie aderenti alla convenzione per l'unità tecnica di Berna, in vista delle differenze che, come è noto, esistono per lo scartamento e la sagoma limite.

Digitized by Google

La valvola tripla ad azione rapida tipo K per lunghi treni merci

(Vedi tav. I. fuori testo)

La valvola tripla perfezionata per i treni merci, descritta a pagina 209 *del catalogo Westinghouse italiano, è pressochè la stessa cosa della valvola tripla tipo* L, *esperimentata in Francia nel* 1912-13. *Differisce effettivamente dalla valvola tripla tipo* K *in uso sul materiale da merci americano, ma essa fu ideata posteriormente a questa ultima; le differenze introdotte furono perciò introdotte intenzionalmente, ed anzichè rappresentare un regresso, ci risulta che furono originate dal proposito di adattare il congegno alle speciali esigenze inerenti alla frenatura di treni costituiti di materiale europeo. Mentre il materiale americano è provvisto di apparecchi d'unione robustissimi e rigidi, che non permettono apprezzabili movimenti elastici fra i veicoli, il materiale europeo, come è noto, è invece fornito di apparecchi di attacco assai meno robusti e così elastici da permettere (specie colla trazione continua) movimenti relativi notevoli dei veicoli all'atto della frenatura, dai quali derivano reazioni accumulate, talora assai dannose.*

In America il problema della frenatura dei lunghi treni si risolveva essenzialmente nel ridurre lo sfasamento sia nell'azione frenante sia nell'allentamento dei freni, fra i veicoli di testa ed i veicoli di coda, sfasamento che (senza espedienti costruttivi speciali) si presentava troppo grande in ragione della lunghezza rilevantissima di treni che pesano 3000 *e più tonnellate. Ma in Europa il problema si presentava diverso. Meno necessari e nello stesso tempo inadeguati furono verosimilmente ritenuti, da chi studiò il problema per i treni europei, gli artifici adottati in America e così chiaramente e particolareggiatamente descritti dall'ing. Flores: — meno necessari perchè i treni nostri sono meno lunghi: — inadeguati, perchè lasciano sussistere una rapidità grande di riempimento dei cilindri a freno che in treni composti di materiale a trazione continua o comunque fornito di attacchi europei, con respingenti non serrati a fondo, non è tollerabile, a motivo dei movimenti elastici che si producono durante la prima fase della frenatura.*

Si è invece ritenuto essenzialmente necessario, per i treni-merci europei, di rendere più lento il riempimento dei cilindri a freno nella sua prima fase, per dare tempo all'assetto del treno durante l'accostamento degli zoccoli e sotto una preliminare leggera frenatura, prima di frenare a fondo portando al suo valore massimo la pressione nei cilindri a freno.

A ciò tendono i dispositivi introdotti nella valvola tripla tipo L*; restano così spiegate le diversità esistenti fra questa e la valvola tripla* K.

Nei treni composti con materiale a respingenti laterali costruito in America ed importato in Francia durante la guerra esistevano bensì le valvole triple tipo K, *ma ci risulta che la pratica dell'esercizio dimostrò appunto la necessità di modificarle per eliminare la loro incompatibilità cogli attacchi non rigidi fra i veicoli; ciò che fu fatto introducendo un diaframma di strozzamento per ritardare il riempimento dei cilindri a freno al principio*

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

Digitized by Google

della frenatura. Questa modifica attenuò infatti i più gravi inconvenienti che si manifestavano, ma non pare che si sia palesata sufficiente; d'altra parte essa faceva perdere alla valvola tripla tipo K *le sue caratteristiche di funzionamento, ed in via particolare veniva a diminuire la rapidità di propagazione delle depressioni* (azione rapida).

Giova ricordare questo precedente, ben noto ai tecnici ferroviari francesi, che mette in evidenza in quali diversi termini il problema della frenatura dei treni-merci coll'aria compressa si è posto, nei riguardi dello studio di dettaglio della tripla valvola, per il materiale Europeo o per il materiale Americano.

N. d. R.

Nel numero del 15 luglio 1921 di questa Rivista l'ing. Luigi Greppi, discutendo sull'applicazione del freno continuo ai treni merci e sui vantaggi ed inconvenienti dei vari sistemi fino allora conosciuti, accennava ai mezzi che avevano reso possibile negli Stati Uniti d'America l'applicazione del freno Westinghouse a lunghi treni merci. Tali mezzi, come leggesi a pagina 7 del citato fascicolo, si riducono: 1° ad una modificazione apportata alle valvole triple per renderle atte a realizzare la rapida trasmissione delle frenature moderate dalla testa alla coda del treno; 2° all'impiego delle valvole di ritenuta, applicate agli orifici di scappamento delle valvole triple, allo scopo di trattenere una limitata pressione nei cilindri del freno quando nelle lunghe discese il macchinista ha bisogno di ricaricare i serbatoi ausiliari.

Di quest'ultima feci una descrizione pubblicata nel fascicolo del 15 giugno 1920 di questa Rivista, ed essa con lievi modifiche venne anche sperimentata sulle linee francesi in seguito all'incorporazione nel parco di quelle ferrovie dei carri a carrello americani occorsi per i trasporti dell'esercito americano durante la guerra (vedasi pag. 26 del fascicolo del 15 gennaio 1922 di questa Rivista).

Della modificazione apportata alla valvola tripla mi propongo di fare una descrizione in questo articolo, sicuro che essa potrà riuscire interessante ai lettori della Rivista.

* * *

PREMESSE. — Se noi consideriamo il freno Westinghouse continuo automatico come mezzo per arrestare rapidamente un treno dinanzi ad un pericolo, dobbiamo convenire che la valvola tripla ad azione rapida, quale è in opera sui nostri veicoli ferroviarii, e quale è rappresentata dalle tavole 109 e 109ª del catalogo della Casa Westinghouse di Torino, risponde perfettamente allo scopo.

Se però consideriamo il detto freno come mezzo per *regolare* la marcia di un treno, sarà facile convincersi come la valvola tripla di cui sopra non risponde più allo scopo non appena la lunghezza del treno comincia a superare la lunghezza normale dei nostri treni muniti di freno continuo automatico.

In America, ove il servizio ferroviario si svolge in condizioni di gran lunga più favorevoli che non da noi, è frequentissimo il caso di treni di una lunghezza molto superiore a quella che si realizza in Europa ed in particolare in Italia con freno continuo automatico, e ciò anche per le condizioni favorevoli del materiale americano specialmente nei riguardi della trazione discontinua, che hanno permesso di estendere il freno continuo ai lunghi treni merci. Si è avuto pertanto colà occasione di rilevare

Digitized by Google

gli inconvenienti dovuti alla frenatura di lunghi treni aventi il freno continuo, al punto da riconoscere necessario modificare sostanzialmente la valvola tripla ad azione rapida di tipo normale, in maniera da renderla atta a mantenere regolare la marcia di un treno di qualsiasi lunghezza compatibile con la resistenza degli organi di attacco. E fu in seguito ai vari tentativi che venne fuori la valvola tripla ad azione rapida tipo *K* che oggi vedesi applicata su quasi tutti i carri merci della rete ferroviaria degli Stati Uniti.

* * *

Inconvenienti che presenta il funzionamento della valvola tripla ad azione rapida nella marcia di un lungo treno. — Avverto che nello svolgimento di questa descrizione per risparmio di parole e per evitare confusione chiamerò *valvola tripla ad azione rapida*, quella che è in uso sulle nostre ferrovie, mentre chiamerò semplicemente *valvola tripla tipo* K quella che è in uso sulle ferrovie americane, la quale, è bene premettere fin da ora, è anche essa ad azione rapida.

Ciò premesso per ben comprendere le modifiche che furono introdotte in America alla valvola tripla ad azione rapida sarà utile procedere ad un breve esame della natura degli inconvenienti che questa può presentare per lunghi treni.

È ben noto come l'azione rapida della valvola tripla entra in funzione solo quando il macchinista pone il manubrio del rubinetto di comando in quinta posizione, quando cioè vuole ottenere l'arresto immediato del treno. Nella quarta posizione invece del manubrio del rubinetto di comando, posizione adoperata per la fermata normale del treno o per regolarne la velocità, sappiano che la valvola tripla ad azione rapida funziona come una valvola tripla ordinaria, la quale, non permettendo all'aria della condotta di scaricarsi in parte nei cilindri del freno, l'obbliga ad uscire all'atmosfera unicamente attraverso il rubinetto di comando. Si comprende allora come debba riuscire lento il trasmettersi lungo tutta la condotta di una lieve variazione di pressione prodotta dal macchinista per mezzo del rubinetto di comando, e si comprende del pari come tale lentezza sia tanto più sensibile fra un estremo e l'altro della condotta quanto più questa è lunga, ossia quanto più lungo sarà il treno. Ne consegue allora che le valvole triple dei singoli veicoli di un treno non entreranno in funzione simultaneamente, la prima ad entrare in funzione essendo quella del primo veicolo e l'ultima quella del veicolo di coda. Quest'intervallo di tempo fra l'entrata in funzione della prima valvola tripla e l'entrata in funzione dell'ultima è piccolissimo e non porta conseguenza se la lunghezza del treno non è eccessiva, ma comincia a diventare apprezzabile quando la condotta generale del treno raggiunge la lunghezza di circa 300 metri. Poichè il funzionamento della valvola tripla è quello che determina l'azione frenante sul veicolo al quale essa è applicata, ne consegue che la variazione dell'azione frenante non sarà simultanea in tutti i veicoli del treno, ma quelli di testa la risentiranno prima di quelli di coda. È evidente come da ciò ne derivi irregolarità nella marcia di un treno quando la sua lunghezza supera un certo limite, con scosse, strappi, urti, ecc.

Ma oltre a ciò la entrata in funzione non simultanea delle valvole triple di un treno influisce anche sulla uniforme ricarica dei serbatoi ausiliari quando il rubinetto di comando avrà il manubrio in prima posizione chè il serbatoio ausiliario del primo veicolo cominciando a ricaricarsi di aria compressa qualche istante prima del serba-

Digitized by Google

toio ausiliario del veicolo di coda, può avvenire che ristabilendosi l'equilibrio delle pressioni lungo tutta la condotta i serbatoi ausiliari dei veicoli di testa si trovino maggiormente carichi di aria rispetto a quelli di coda e quindi per un certo istante ad una pressione anche superiore di quella della condotta. Può accadere allora che pur avendo il macchinista il rubinetto di comando in prima o in seconda posizione, quando si sarà stabilito l'equilibrio di pressione nella condotta generale, le valvole triple dei veicoli di testa, per effetto della momentanea maggior pressione dei serbatoi ausiliari rispetto alla condotta, si dispongono per la posizione di frenatura moderata provocando una lieve azione frenante sui veicoli di testa, non voluta certo dal macchinista.

Inoltre in caso di una lieve depressione prodotta dal macchinista nella condotta, le valvole triple dei veicoli di coda tardano a disporsi nella posizione di frenatura moderata ed essendo lieve la differenza di pressione che si genera sulle due facce degli stantuffi principali si verificherà un'uscita d'aria dal serbatoio ausiliario nella condotta attraverso la scanalatura di alimentazione dei serbatoi, ed i veicoli di coda non risponderanno alla frenatura fatta dal macchinista.

* * *

Caratteristiche della valvola tripla tipo K. — La valvola tripla tipo *K* dovendo eliminare gli inconvenienti che presenta la valvola ad azione rapida, venne studiata in maniera da produrre un ritardo nell'azione frenante sui veicoli di testa ed un acceleramento nell'azione frenante nei veicoli di coda in maniera da rendere il più che sia possibile uniforme e simultaneo il funzionamento del freno per tutta la lunghezza del treno. Essa venne inoltre studiata in maniera da rendere più rapida la ricarica dei serbatoi ausiliari dei veicoli di coda rispetto a quelli dei veicoli di testa. E poichè per ovvie ragioni era necessario avere per tutti i veicoli un solo tipo di valvole triple, la valvola tripla tipo *K* venne studiata in maniera da produrre l'effetto ritardatore o acceleratore dianzi accennato esclusivamente per effetto della posizione che essa occupa nella composizione del treno, per effetto cioè unicamente della differenza di pressione che momentaneamente si stabilisce lungo tutta la condotta. Per effetto della differenza di pressione che si ha lungo la condotta sia nell'immissione di aria col rubinetto in prima posizione, sia nell'emissione di aria col rubinetto in quarta posizione, le valvole triple tipo *K*, o meglio le loro parti mobili, assumeranno differenti posizioni a seconda che si troveranno verso la testa o verso la coda del treno.

A questo punto è bene notare che per un treno lungo per esempio fino a trenta pezzi dell'ordinario materiale a due assi per treni merci europei una differenza di pressione lungo tutta la condotta ad ogni manovra del rubinetto di comando non è, come abbiamo già detto, molto sensibile e pertanto le valvole triple si disporranno simultaneamente tutte nella stessa posizione. Per i treni composti di oltre trenta veicoli, tutte le valvole triple che si troveranno oltre il trentesimo veicolo risentiranno della differenza di pressione lungo l'ultimo tratto della condotta e si disporranno diversamente dalle valvole dei primi veicoli. In ogni caso però anche con un treno di trenta pezzi o meno, tutti provvisti di valvole triple tipo *K*, se per una causa imprevista la variazione di pressione tarda a trasmettersi lungo la condotta, si avrà

Digitized by Google

sempre un diverso funzionamento fra le valvole di coda e quelle di testa in maniera da assicurare una uniformità nell'azione frenante lungo tutto il treno.

Poichè, come si è dianzi detto, la valvola tripla tipo *K* trovasi applicata alla quasi totalità dei carri merci in America, essa è stata studiata di due tipi differenti a seconda che viene applicata a carri muniti di cilindri del freno da 6 ad 8 pollici, ovvero a carri muniti di cilindri del freno da 10 pollici. La differenza fra questi due tipi di valvole conosciute rispettivamente con le sigle *K*1 e *K*2, è solo interna, in quanto che la *K*2 essendo collegata con serbatoi ausiliari di maggior capacità, è stata studiata in maniera da permettere una più rapida ricarica del serbatoio ausiliario, e ottenere così la uniforme ricarica di tutti i serbatoi ausiliari di tutto il treno, qualunque sia la loro capacità.

Da quanto precede possiamo concludere che la valvola tripla tipo *K*, a seconda della posizione che essa occupa nella composizione del treno, ed a seconda della natura della variazione di pressione che si provoca nella condotta, se cioè aumento o diminuizione di pressione può assumere ben cinque posizioni differenti ben determinate che chiameremo come appresso:

a) Col rubinetto di comando in prima posizione: la 1ª posizione di sfrenatura normale, ovvero 2ª posizione di sfrenatura ritardata;

b) col rubinetto di comando in quarta posizione: 3ª posizione di frenatura normale, ovvero 4ª posizione di frenatura accelerata;

c) Col rubinetto di comando in quinta posizione: 5ª posizione di frenatura rapida.

A queste cinque posizioni bisogna aggiungerne altre due così dette neutre che la valvola può assumere a seconda che trovasi in testa ovvero in coda al treno, quando il macchinista, dopo una lieve frenatura, pone il rubinetto di comando nella posizione neutra. È ovvio come queste due posizioni debbano essere differenti, seguendo esse due posizioni differenti di frenatura, 3ª e 4ª, assunte dalla valvola.

* * *

Descrizione della valvola tripla tipo K. — Nelle cinque differenti posizioni suelencate dovendo la valvola tripla tipo *K* stabilire le necessarie comunicazioni fra condotta generale, serbatoi ausiliari, cilindri del freno e atmosfera, essa dovrà essere provvista di canali interni di comunicazione in numero e posizione differenti dalla valvola tripla ad azione rapida, per cui le parti mobili di essa, cassetto, valvola regolatrice e stantuffo principale, differiscono essenzialmente da quelle della valvola tripla ad azione rapida. Il gruppo dell'azione rapida, invece, stantuffo secondario, valvola secondaria e valvola di arresto è perfettamente identico nei due tipi di valvole ed intercambiabile. Un canale inoltre nell'interno del corpo della valvola *K*, che mette in comunicazione la camera della valvola secondaria con la camera entro cui si muove il cassetto, distingue ancora i due tipi di valvole triple.

Oltre queste differenze nelle parti mobili ed interne, la valvola tripla tipo *K* è provvista, a differenza da quella ad azione rapida, di una appendice laterale chiamata apparecchio ritardatore, la quale permette, a mezzo di un pistoncino sorretto da una molla, allo stantuffo principale di assumere due posizioni ben differenti nella posizione di sfrenatura a seconda della pressione esistente nella condotta.

Digitized by Google

Infine la tensione della molla regolatrice, che nella valvola tripla ad azione rapida permette allo stantuffo principale due posizioni, di frenatura normale, cioè, e di frenatura rapida, nella valvola tripla tipo *K* è regolata in maniera da permettere allo stantuffo principale di assumere tre posizioni ben distinte, a seconda della depressione della condotta, cioè quelle di frenatura normale, di frenatura accelerata e di frenatura rapida.

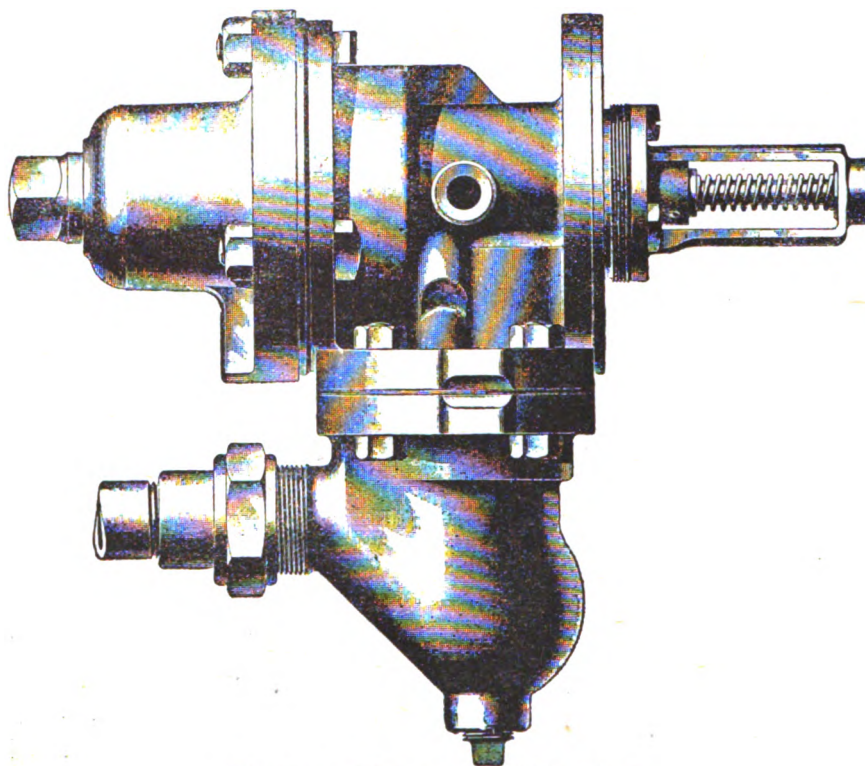



Fig. 1. — Veduta esterna della valvola.

(Le figure che illustrano questa relazione sono state rilevate dal volume sull'istruzione del freno continuo della *International Correspondance Schools di Scranton*, Pa. U. S. A. ed. 1911).

Le figure 1 e 2 mostrano la prima in vista esterna e la seconda sezionata la valvola tripla tipo *K*.

Come vedesi dalla figura 1, esternamente la valvola tripla tipo *K* non differisce da quella ad azione rapida, con la quale è intercambiabile, che per l'aggiunta dell'apparecchio ritardatore, il quale per altro, quando la valvola è in opera, capita nell'interno del serbatoio ausiliario e quindi non è visibile all'esterno. Quando è in opera pertanto, la sola sigla *K*1 o *K*2 può far distinguere la valvola *K* da quella ad azione rapida.

Accennato così per sommi capi alle differenze caratteristiche fra i due tipi di valvola, passiamo ad una descrizione più dettagliata della valvola *K*.

Apparecchio Ritardatore. — Come vedesi nella figura 2, questo consiste in un pistoncino 31 spinto da una molla 33, il quale disposto coassialmente e simmetricamente con l'asta di graduazione 21, arresta ad un certo punto la corsa dello stantuffo prin-

Digitized by Google

cipale, andando ad urtare contro il suo gambo, quando questo si muove per disporsi nella posizione di sfrenatura. La tensione della molla 33 è regolata in maniera che quando la pressione della condotta supera quella del serbatoio ausiliario per più di un quarto di chilogrammo, essa viene compressa permettendo allo stantuffo principale un ulteriore spostamento. Se invece la differenza di pressione fra condotta ed ausi-

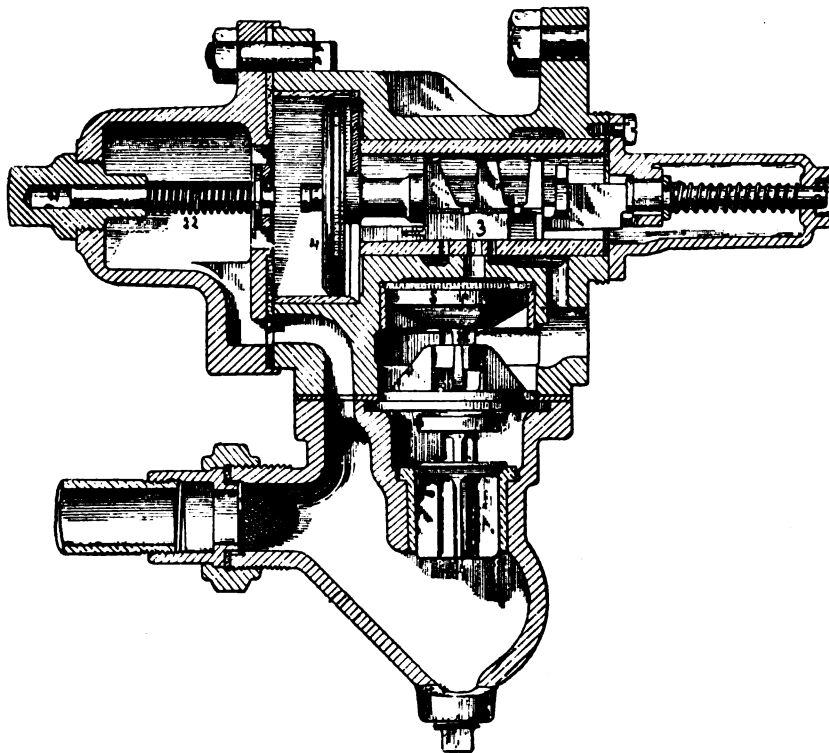



Fig. 2. — Interno della valvola.

liario è inferiore ad un quarto di chilogrammo, il pistoncino 31 spinto dalla molla 33 arresterà la corsa dello stantuffo principale non appena questo va ad urtare col suo gambo contro di esso.

Valvola a cassetto e valvola regolatrice. — La figura 3 indica due vedute prospettiche della valvola a cassetto, la quale è rappresentata come se fosse trasparente allo scopo di dare una più chiara idea dei varî canali che l'attraversano. Guardando la figura scorgesi subito la notevole differenza che essa ha col cassetto della valvola tripla ad azione rapida. Mentre quest'ultimo non ha che un sol passaggio interno ed una scanalatura cieca sulla sua faccia inferiore e lo smusso angolare per l'azione rapida, il cassetto della valvola *K* oltre ad essere provvisto dello smusso angolare per l'azione rapida, è attraversata da ben cinque canali, che nella figura sono indicati con le lettere *j*, *o*, *q*, *z* ed *s*, ed è provvisto nella sua faccia inferiore di due incavi ciechi, uno più piccolo *m*, l'altro più grande *n* in comunicazione fra loro per mezzo di uno stretto passaggio *x*. Ci renderemo conto della funzione di questi diversi passaggi e scanalature quando parleremo del funzionamento della valvola *K*. Ora accenneremo soltanto al

Digitized by Google

fatto che il canale *j* non esiste nel cassetto della valvola *K*1, ma soltanto in quello della valvola *K*2.

Il seggio o piano di scorrimento del cassetto è provvisto nella valvola *K* di quattro luci, come vedesi nella figura 4, indicate con le lettere: *p*, *r*, *t*, *y*, le quali comunicano rispettivamente con l'atmosfera, col cilindro del freno, con la camera superiore dello stantuffo secondario e con la camera della valvola secondaria. Anche la valvoletta regolatrice nella valvola *K* differisce essenzialmente da quella della valvola tripla ad azione rapida, sia per la forma che per la presenza in essa di una scanalatura cieca sulla sua faccia inferiore, come vedesi nella figura 5. Il suo collegamento però al gambo dello stantuffo principale ed il suo movimento rispetto a questo è pressocchè identico a quello della valvola ad azione rapida.

(a)

(b)

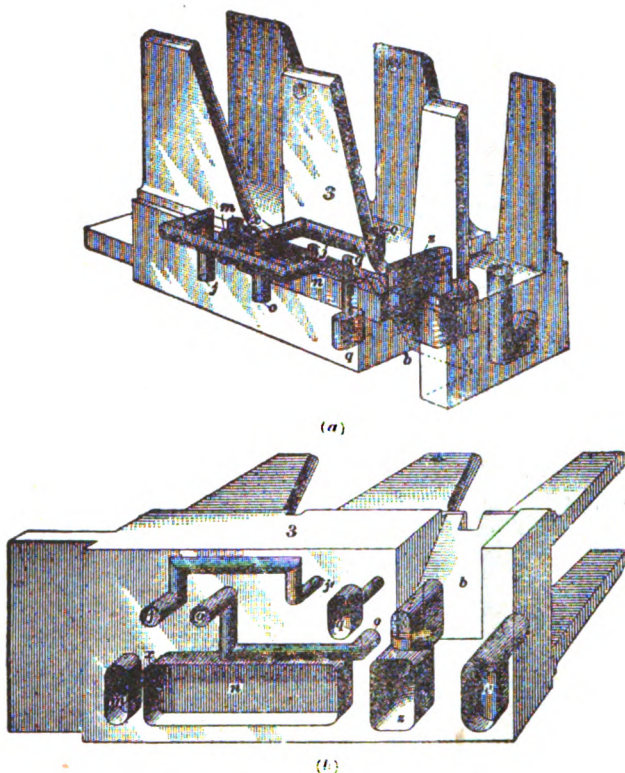



Fig. 3. — Veduta prospettica della valvola a cassetto.

Gruppo dell'azione rapida. — Questo gruppo è perfettamente identico a quello della valvola tripla ad azione rapida ed intercambiabile con esso, epperciò ne omettiamo la descrizione.

* * *

Funzionamento della valvola tripla tipo K. — Accennato alle differenze costruttive che distinguono la valvola tripla tipo *K* da quella ad azione rapida passiamo a descriverne il funzionamento nelle varie manovre del rubinetto di comando che il macchinista fa per regolare la marcia di un lungo treno.

Si sa che quando il manubrio del rubinetto di comando trovasi in prima o in seconda posizione, sulle due facce dello stantuffo principale della valvola tripla agisce la stessa pressione, quella della condotta generale da una parte e quella del serbatoio ausiliario dall'altra, condotta generale e serbatoio ausiliario che, quando lo stantuffo principale è al suo fondo di corsa, nella posizione di sfrenatura, comunicano fra loro per mezzo della scanalatura di alimentazione *i* praticata nella parete cilindrica della valvola.

Ora portando il macchinista il manubrio del rubinetto di comando dalla prima o seconda posizione alla quarta per una frenatura moderata, l'aria della condotta che attraverso il rubinetto di comando si scarica nella atmosfera essendo in maggior quantità di quella che in pari tempo può scaricarsi dal serbatoio ausiliario nella condotta at-

Digitized by Google

traverso la scanalatura di alimentazione, verrà a crearsi una differenza di pressione sulle due facce dello stantuffo principale, il quale sotto l'effetto di tale differenza di pressione riceverà un impulso a muoversi per portarsi nella posizione di frenatura.

Senonchè per le ragioni dianzi esposte questa differenza di pressione creata dalla manovra del rubinetto di comando al primo istante non è la stessa in tutte le valvole triple quando la lunghezza del treno comincia a superare i trenta veicoli, ma essa sarà più sensibile nelle valvole triple dei veicoli più prossimi al rubinetto di comando e meno sensibile nei veicoli più lontani. L'impulso pertanto col quale gli stantuffi

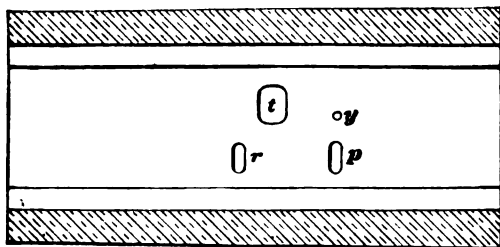



Fig. 4.
Piano di scorrimento della valvola a cassetto.

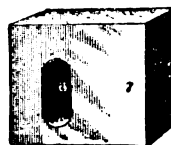



Fig. 5.
Valvola regolatrice.

principali vengono spinti verso la posizione di frenatura essendo maggiore nei veicoli verso la testa del treno, essi andranno ad urtare più violentemente contro la testa dell'asta di graduazione, mentre nelle valvole dei veicoli di coda gli stantuffi principali urteranno meno violentemente contro l'asta di graduazione. Ora la tensione della molla di graduazione è tale da permettere una leggera compressione alla molla stessa sotto l'urto dello stantuffo principale, quando questo si muove sotto l'impulso di una differenza di pressione di un quinto di chilogrammo per cmq. o più, come si verifica nei veicoli di testa. Se invece la differenza di pressione è inferiore ad un quinto di chilogrammo, la molla di graduazione non viene compressa, ma arresta la corsa dello stantuffo principale non appena questo va ad urtare contro l'asta di graduazione.

Gli stantuffi principali delle valvole triple pertanto vengono ad assumere due posizioni differenti a seconda che queste si trovano più prossime al rubinetto di comando o ne sono più lontane.

Le comunicazioni che in queste due differenti posizioni stabiliscono la valvola a cassetto e la valvola regolatrice sono tali da permettere un'azione frenante più rapida nei veicoli di coda rispetto a quelli di testa, raggiungendosi con ciò l'intento di una maggiore uniformità nella azione frenante di tutto il treno.

Le figure 7 ed 8 indicano in maniera schematica queste due posizioni che assumeranno il cassetto e la valvola regolatrice, rispetto al piano di scorrimento del cassetto, quando il rubinetto di comando trovasi in quarta posizione. (A questo punto giova far presente che nelle figure da 6 a 12 ci siamo limitati ad indicare semplicemente la valvola a cassetto ed il suo seggio e la valvola regolatrice, omettendo la indicazione di tutte le altre parti della valvola tripla che sono riprodotte nella figura 2, la quale può servire benissimo di guida nello studio delle figure da 6 a 12).

Guardando dunque la figura 7, vediamo che il cassetto e la valvola regolatrice hanno assunta una posizione tale da intercettare ogni comunicazione fra le luci *r* e *p*

Digitized by Google

ossia fra cilindro del freno ed atmosfera. Contemporaneamente il canale *z* che attraversa il cassetto viene da una parte scoperto dalla valvola regolatrice, e dall'altra coincide *parzialmente* con il canale *r* che va al cilindro del freno, per cui è aperto l'accesso in quest'ultimo all'aria del serbatoio ausiliario.

Inoltre i canali *o* e *q* che attraversano il cassetto, messi in comunicazione fra loro per mezzo della scanalatura *v* praticata sulla faccia inferiore della valvola regolatrice vanno a coincidere rispettivamente coi canali *y* e *t* il primo che va a terminare, come abbiamo accennato, nella camera *Y* della valvola secondaria 10, ed il secondo che termina superiormente allo stantuffo secondario 8. Viene in tal modo a stabilirsi un piccolo passaggio d'aria (piccolo a causa della ristrettezza dei passaggi *o* e *q*), dalla condotta generale alla camera superiore dello stantuffo secondario, insufficiente a fare abbassare il detto stantuffo, con che si avrebbe l'azione rapida. Quest'aria proveniente dalla camera *Y*, ossia dalla condotta generale, passando al disotto dello stantuffo secondario a causa della sua non perfetta tenuta contro le pareti cilindriche, va a scaricarsi nel cilindro del freno, producendo una maggiore depressione nella condotta, la quale accelererà in tal modo l'entrata in funzione della valvola-tripla successiva, tal quale come avviene con la azione rapida, solo in proporzioni più ridotte.

Nei veicoli di testa invece (vedasi figura 8), nei quali la differenza di pressione creatasi sulle due facce dello stantuffo principale è tale da permettere a questo di comprimere leggermente la molla di graduazione, la valvola a cassetto spostandosi verso sinistra (guardando la figura) intercetta la comunicazione fra i canali *y* e *t* e non permette quindi afflusso d'aria dalla camera *Y*, ossia dalla condotta generale, al cilindro del freno, ma facendo coincidere completamente il canale *z* col canale *r* permette il libero afflusso dell'aria del serbatoio ausiliario al cilindro del freno. Abbiamo detto che nella posizione di frenatura accelerata il canale *z* del cassetto coincide solo *parzialmente* col canale *r* che va al cilindro del freno. Ciò è stato studiato allo scopo di limitare in questa posizione l'afflusso nel cilindro del freno dell'aria del serbatoio ausiliario, chè diversamente con l'aggiunta dell'aria che nel cilindro del freno si scarica dalla condotta generale attraverso i passaggi *y*, *o*, *q* e *t*, si avrebbe un'azione frenante sui veicoli di coda più forte che sui veicoli di testa.

Si comprende facilmente come portando il macchinista dopo una momentanea frenatura moderata, prima che si sia stabilito l'equilibrio delle pressioni nella condotta, il manubrio del rubinetto di comando nella posizione neutra, arrestando così l'uscita dell'aria dalla condotta, le valvole triple si sposteranno anche esse nella posizione neutra con lo spostarsi degli stantuffi principali, senza che con essi vengano spostati i cassetti, forzati, come si sa, contro la loro sede da apposite molle.

Per tal fatto le posizioni neutre che assumeranno le valvole triple *K* saranno differenti a seconda che esse trovansi sui veicoli di testa oppure su quelli di coda, ossia a seconda che esse si trovano precedentemente disposte per la posizione di frenatura normale ovvero di frenatura accelerata. Le figure 9 e 10 mostrano schematicamente queste due differenti posizioni neutre della valvola *K*. In entrambe queste posizioni la valvola regolatrice, come rilevasi chiaramente dalle figure, trascinata dallo stantuffo principale coprirà il canale *z* del cassetto, mentre la sua scanalatura *v* intercetterà ogni comunicazione fra i canali *o* e *q* del cassetto.

Producendo il macchinista una seconda frenatura moderata, le valvole si dispor-

Digitized by Google

ranno nuovamente nella posizione indicata dalle figure 7 ed 8 a seconda che si trovavano in testa oppure in coda al treno, ed altra aria passerà dal serbatoio ausiliario al cilindro del freno. Quando con frenature successive si sarà mandata tanta aria nel cilindro del freno da aversi eguaglianza di pressione fra questo e il serbatoio ausiliario, ciò che si raggiungerà quando la depressione nella condotta sarà di Kg. 1,5 rispetto alla pressione originaria di Kg. 5, un'ulteriore manovra del rubinetto di comando per portarlo in quarta posizione provocherebbe l'azione rapida senza che però con ciò si abbia una maggiore azione frenante sui veicoli, il che in altri termini rappresenterebbe un inutile consumo d'aria della condotta.

È ovvio come la posizione indicata dalla figura 7 le valvole triple dei veicoli di coda l'assumeranno solo momentaneamente, chè ristabilendosi l'equilibrio delle pressioni in tutta la condotta anche sulle due facce degli stantuffi principali di esse si stabilirà una differenza di pressione sufficiente per far comprimere lievemente la molla di graduazione, e tutte le valvole di tutto il treno si disporranno nella posizione indicata dalla figura 8.

Esaminiamo ora il funzionamento della valvola tripla tipo *K* quando il macchinista porta il manubrio del rubinetto di comando dalla posizione neutra alla prima posizione per allentare i ceppi e ricaricare condotta generale e serbatoî ausiliarî.

Con l'immissione nella condotta di aria compressa dal serbatoio principale, sulle due facce dello stantuffo principale si creerà una differenza di pressione che tenderà a spostare il detto stantuffo nella posizione di sfrenatura. Questa differenza di pressione essendo differente, per le ragioni dianzi esposte, a seconda della ubicazione della valvola tripla, sarà differente la posizione che questa assumerà a seconda che si trova in testa ovvero in coda al treno. Se questa differenza di pressione è superiore ad un quinto di chilogrammo, come d'ordinario si verifica sui veicoli di testa, essa sarà sufficiente a spingere lo stantuffo fino a farlo urtare col suo gambo contro la testa del pistoncino ritardatore ed a comprimere alquanto la molla ritardatrice la cui tensione è opportunamente regolata. Se invece la differenza di pressione che si crea sulle due facce dello stantuffo principale è inferiore ad un quinto di chilogrammo, come si verifica dopo circa trecento metri di condotta generale di un lungo treno, essa spingerà pure lo stantuffo principale fino a farlo urtare col suo gambo contro il pistoncino ritardatore, ma non sarà sufficiente a comprimere la molla ritardatrice, la quale pertanto arresterà il movimento dello stantuffo e della valvola a cassetto.

Le figure 11 e 6 indicano in maniera schematica queste due posizioni differenti che può assumere il cassetto della valvola tripla con la valvola regolatrice rispetto al seggio del cassetto.

Nella figura 11 lo stantuffo principale spostandosi fino a spingere col suo gambo il pistoncino ritardatore ha trascinato con sè il cassetto, disponendolo con le sue due cavità inferiori m ed n rispettivamente sulle due luci p ed r, la prima in comunicazione con l'atmosfera, la seconda col cilindro del freno (vedasi anche la figura 3).

Essendo le due cavità m ed n, come abbiamo detto, in comunicazione fra loro a mezzo di un piccolo passaggio x, verrà a stabilirsi una comunicazione fra cilindro del freno ed atmosfera attraverso i passaggi r, n, x, m, p, per cui l'aria del cilindro del freno si scaricherà nell'atmosfera, ma lentamente a causa della ristrettezza del passaggio x.

Digitized by Google

Se invece la differenza delle pressioni esistenti sulle due facce dello stantuffo principale non è sufficiente per comprimere la molla ritardatrice, lo stantuffo si fermerà quando col suo gambo urterà contro il pistoncino ritardatore ed il cassetto si disporrà in maniera da coprire le due luci *p* ed *r* con la sola cavità *n* (vedasi figura 6) di maniera che l'aria del cilindro del freno si scaricherà più rapidamente all'atmosfera. Nel primo caso, figura 11, si avrà una sfrenatura del veicolo più lenta che nel caso della figura 6.

Nel caso della figura 11 (vedasi anche figura 2) abbiamo che lo stantuffo principale è andato con la sua faccia anteriore (nel senso del movimento) a combaciare completamente contro il fondo della camera cilindrica entro cui esso scorre, mentre nel caso della figura 6 se ne mantiene un po' discosto. In entrambi i casi il disco dello stantuffo avrà scoperta la luce di alimentazione. Nel caso della figura 6 l'aria della condotta generale attraversando questa luce di alimentazione può affluire liberamente nel serbatoio ausiliario per ricaricarlo; nel caso invece della figura 11 tale comunicazione fra condotta e serbatoio ausiliario è intercettata pel fatto che lo stantuffo principale combacia con la sua faccia anteriore completamente contro il fondo della camera cilindrica.

Senonchè la faccia anteriore dello stantuffo è provvista di una piccola scanalatura *f*, non visibile in figura, la quale anche in questa posizione, permette una comunicazione fra condotta generale e serbatoio ausiliario; questo passaggio *f* però è di dimensioni tali da permettere una alimentazione dell'ausiliario molto più lenta che non nel caso della figura 6. Si raggiunge così lo scopo di ritardare alquanto la ricarica dei serbatoi ausiliari dei veicoli di testa rispetto a quelli di coda, ottenendosi così una maggiore uniformità nel rifornimento di tutti i serbatoi ausiliari lungo il treno.

Abbiamo dianzi accennato che la valvola tripla tipo *K* si costruisce di due tipi, il *K*1 adatto per cilindri del freno da 6 ad 8 pollici, ed il *K*2 per cilindri da 10 pollici. Quest'ultima essendo collegata con serbatoi ausiliari di maggior capacità è provvista di un passaggio *j* che attraversa il cassetto e che, come abbiamo detto, non trovasi nella valvola *K*1. Nella posizione di sfrenatura normale, indicata dalla figura 6, il canale *j* va a coincidere con la luce *y* del seggio del cassetto che, come sappiamo, è in comunicazione con la camera *Y* della valvola secondaria. In tale posizione allora della valvola, l'aria della condotta potrà affluire al serbatoio ausiliario oltrechè attraverso la scanalatura di alimentazione *i* altresì attraverso i passaggi *y* ed *j*. La sezione del passaggio *j* è calcolata in maniera che un serbatoio ausiliario da 10 pollici si caricherà nello stesso tempo di un serbatoio da 8 pollici che fosse alimentato esclusivamente attraverso la scanalatura di alimentazione *i*. Poichè nella posizione di sfrenatura ritardata (figura 11) il canale *j* non coincide più con la luce *y*, ma l'alimentazione del serbatoio ausiliario ha luogo solo attraverso la scanalatura di alimentazione *i* e l'altra scanalatura praticata sulla faccia anteriore dello stantuffo principale, come abbiamo accennato, questa seconda scanalatura nella valvola *K*-2 è un po' più grande che nella valvola *K*-1 in maniera da permettere che anche nei veicoli di testa di un lungo treno i serbatoi ausiliari da 10 pollici si ricarichino nello stesso tempo dei serbatoi da 8 pollici.

Digitized by Google

* * *

CONCLUSIONE. — Il largo uso che si fa in America della valvola tripla tipo *K*, credo che sia la miglior prova dei vantaggi che essa presenta. La rapidità con la quale essa trasmette la frenatura lungo tutto il treno anche in occasione di frenature moderate, l'afflusso di aria nei cilindri del freno dalla condotta generale, rappresentano una non trascurabile economia di aria compressa che a sua volta rappresenta economia di vapore.

Vari esperimenti fatti in America hanno dimostrata la bontà della valvola *K* anche quando essa si trova nella composizione di un treno insieme ad altre valvole di tipo differente, sempre quando il macchinista usi certe determinate cautele nella manovra del rubinetto di comando, cautele che le Compagnie Ferroviarie non mancano di suggerire nei loro libretti d'istruzione al personale di macchina.

Ing. EUGENIO FLORES
del Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.

Conferenza internazionale di standardizzazione.

Nei giorni dal 3 al 6 luglio ha avuto luogo la seconda Conferenza ufficiosa dei Segretari degli Enti di unificazione. Erano rappresentate le seguenti nazionalità: Italia, Inghilterra, Olanda, Germania, Francia, Svizzera, Stati Uniti, Belgio, Svezia, Canadà, Austria, Norvegia, Cekoslovacchia, cioè tutti i paesi industriali del mondo ove è costituito un Ente di unificazione, ad eccezione solamente del Giappone e della Russia, dove pure, secondo recenti notizie, risulta essere stato costituito un ufficio per la normalizzazione tecnica industriale.

La Conferenza, la cui iniziativa e organizzazione è dovuta al «Bureau de Normes» dell'Associazione meccanici svizzeri, si proponeva di promuovere e rafforzare rapporti di reciproca collaborazione per indirizzare verso una uniformità internazionale gli sforzi compiuti nel campo degli studi di unificazione tecnica industriale dai varî paesi.

La seduta di apertura ebbe luogo a Baden, ove ha sede il «Bureau de Normes» svizzero, ed i lavori sono continuati nei giorni successivi a Zurigo Dolder. Di singolare rilievo furono tra l'altro gli scambi di informazioni sulle vedute dei differenti paesi in merito ad alcuni problemi di unificazione che rivestono speciale importanza per estensione ed universalità, e che sarebbe assai desiderabile fossero risolti internazionalmente, quali: equivalenza dei pollici e millimetri, profilati metallici, formati di fogli di carta, di cuscinetti a sfere, ecc.

È opportuno rilevare come presso i vari paesi industriali ogni giorno più è riconosciuto il compito e l'importanza economica che spetta all'unificazione, sia nel campo della normalizzazione delle qualità e prescrizioni tecniche, sia nel campo della semplificazione e limitazione dei tipi.

Questo importante principio di organizzazione di carattere collettivo che è l'unificazione, per risultare veramente utile, piuttosto che tendere al raggiungimento di un ideale teorico-tecnico, deve essere informato a carattere di praticità strettamente in relazione coi bisogni dell'industria

E su questa base sono fondati ed operano pressocchè tutti gli enti di unificazione industriale del mondo ed in particolare quello italiano per l'unificazione nell'Industria Meccanica (UNIM), il quale nell'esplicazione della sua attività si giova di una intima collaborazione coll'industria, essendo sorto per iniziativa dell'Associazione Nazionale fra gli industriali Meccanici ed Affini, dalla quale sono sostenute per gran parte le spese di funzionamento.

La seconda Conferenza internazionale, importante oltre che per il programma svolto, anche per la partecipazione pressocchè completa di tutti gli organismi di unificazione del mondo, fu un esempio di cordiale affiatamento fra le differenti nazionalità nel campo della tecnica industriale.

Digitized by Google

Le ferrovie italiane dello Stato
all'Esposizione scientifica e industriale d'igiene a Strasburgo

Per iniziativa di S. E. Torre, l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha partecipato alla Esposizione Scientifica ed Industriale che si è recentemente inaugurata a Strasburgo in onore di Pasteur con un ricco materiale (fotografie, diagrammi, modelli), che dimostra come essa rivolga speciali cure a quanto più da vicino nel campo igienico si riferisce alla salute del personale e dei viaggiatori.

Citiamo la ventilazione delle gallerie, di cui sono stati recentemente portati a termine due impianti importanti sulla linea Piedicolle-Trieste; e gli apparecchi di prevenzione degli infortuni: strumenti di lavoro, cinghie, trasmissioni, ingranaggi, parti taglienti o perforanti protette da calotte, coperture in legno, in ferro o a rete; e poi corazze di lamiera, occhiali per i lavori a smeriglio o per la saldatura ossiacetilenica.

Degna di rilievo la cura colla quale l'Amministrazione ferroviaria ha migliorato, rendendole quanto mai soddisfacenti, le condizioni igieniche dell'ambiente di lavoro per cubatura, aereazione illuminazione naturale e artificiale, lavabi, cessi, camerini da bagno, refettori, dormitori, impianti di aspirazione dei trucioli, della segatura e del fumo nelle Officine.

Parallelo al benessere derivante dal risanamento dell'ambiente di lavoro, i ferrovieri hanno sentito quello dovuto all'igiene dell'abitazione, poichè nel 1907 con legge speciale lo Stato ha provveduto per essi case economiche, che attualmente sono in numero di 5586 con 16086 vani in 42 diverse città per una spesa di circa 70 milioni; mentre in altre 13 località sono in costruzione altri 630 alloggi con 2083 vani per una spesa presunta di circa 30 milioni.

Quanto alle acque potabili, che il laboratorio d'igiene applicata delle Ferrovie ha cura di sottoporre ad analisi chimiche e batteriologiche, viene esposta una carta dimostrativa della salsedine e delle durezze delle acque nelle diverse linee e nelle diverse regioni che ha pure interesse idrografico. Vi sono anche alla mostra apparecchi e reagentari per i prelievi di acque superficiali e profonde.

Circa la difesa dalla malaria, è noto come per le ferrovie italiane è titolo legittimo di orgoglio l'organizzazione della profilassi; sia meccanica per mezzo di protezioni a rete metallica ai fabbricati in località malariche, sia chimica per mezzo della somministrazione preventiva del chinino, sia idraulica — se e dove era possibile — per mezzo dei risanamenti del terreno, del prosciugamento degli acquitrini e della petrolizzazione degli stagni. È noto anche come i risultati abbiano corrisposto al tenace fervore con cui la lotta contro la malaria è stata condotta; tanto che ora, nonostante una recrudescenza dovuta a molteplici cause legate alla guerra, la malaria non rappresenta più nelle ferrovie che il 3 % (si era arrivati al disotto del 2 %) di tutte le malattie prese insieme.

E in materia di morbosità sono interessanti i diagrammi presentati, nei quali l'andamento del fenomeno è seguito nei suoi principali elementi costitutivi, di frequenza e di durata, per forme di malattie, per qualifiche di personale. Due constatazioni sono sopratutto confortanti nell'esame di questi grafici: che nel 1915 per l'inizio della guerra i ferrovieri risposero con slancio all'appelllo della Patria, e si ammalarono meno, non concendendosi riposi e riguardi per lievi

Digitized by Google

disturbi che in condizioni normali li avrebbero trattenuti fuori servizio; e che nel 1922, dopo un quadriennio nel quale parve avessero dimenticato le loro tradizioni di disciplina e di amore

Fig. 1. — Casa cantoniera protetta.

al lavoro, trascinati senza dubbio dalla ventata di disordine che imperversò su tutte le classi, la morbosità, dopo avere toccato alti fastigi, ha cominciato una ben promettente discesa.

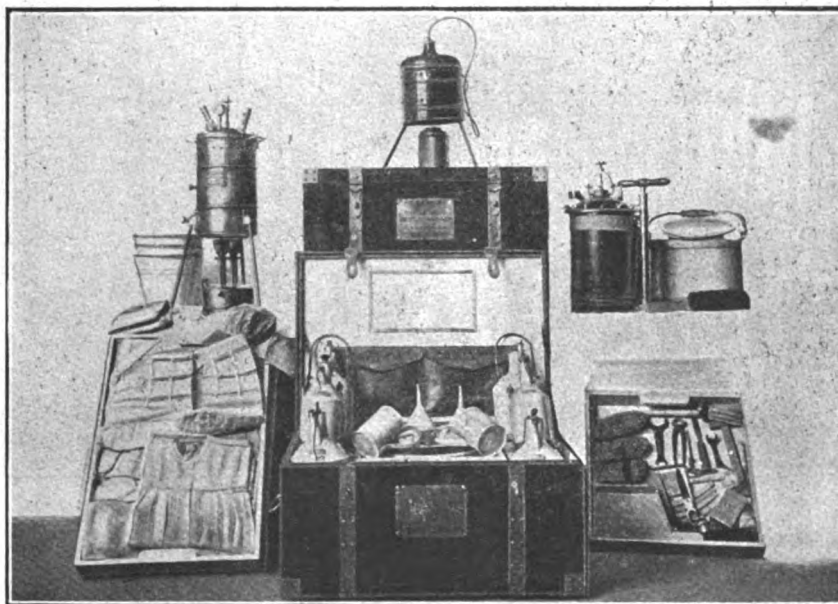



Fig. 2. — Arredamento di una squadra per disinfezione.

L'opera dei medici appare in ciò lodevole, nei limiti ad essa consentiti, specialmente nel frenare le lunghe degenze.

Digitized by Google

Ma dove più specialmente l'Esposizione d'Igiene ferroviaria si mostra interessante, anche ai profani, è nella difesa contro le malattie infettive.

Fin dal 1911 sono state istituite squadre di disinfettatori, con sede nei principali centri e con zone d'azione nelle linee da essi irraggianti, la cui distribuzione si rileva da una carta apposita.

Le squadre, attualmente in numero di 55, formate di personale addestrato e sottoposto ad esame a cura del servizio sanitario, sono provviste di tutto il materiale necessario alle disin-

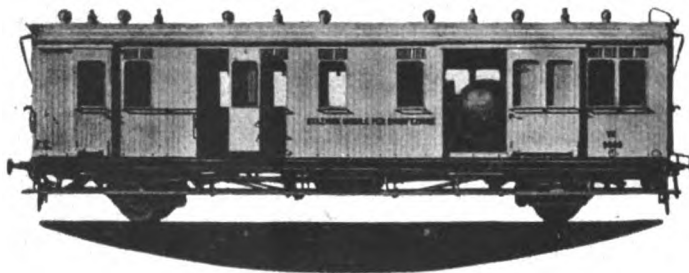



Fig. 3. — Carro-stufa. Stazione mobile di disinfezione.

ezioni dei locali e dei veicoli il quale è raccolto in due casse; pompe irroratrici, apparecchi per lo sviluppo della formaldeide, apparecchi per la relativa deodorazione coll'ammoniaca, recipienti vuoti di varia misura, e quelli contenenti i vari disinfettanti e i reattivi, inoltre scope, spazzole, asciugamani sacchi, corde, spugne, coltelli, misure, accessori diversi; nonchè mezzi di protezione per gli operatori, vestiti, calzature, guanti, occhiali, maschere respiratorie. Per la

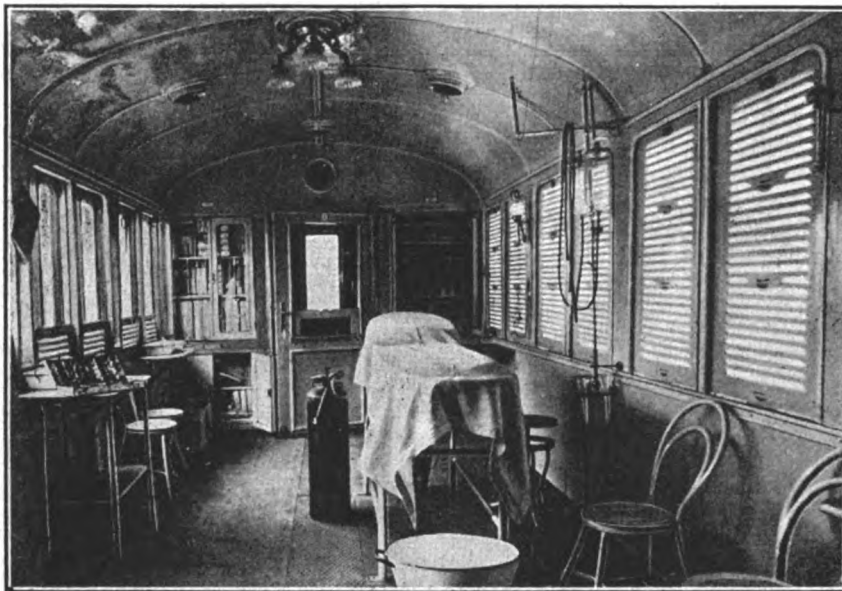



Fig. 4. — Interno del carro-soccorso.

spolveratura degli addobbi si usano macchine aspiratrici di vario modello; alcune fisse a vapore; altre mobili con motore a scoppio; altre portatili azionabili dai comuni accumulatori usati per la luce delle carrozze.

Si deve all'opera di queste squadre se in occasione di epidemie o durante la guerra i trasporti ferroviari non sono divenuti tramite di infezioni, che avrebbero potuto in breve volgere di tempo diffondersi per tutta la penisola.

Digitized by Google

A complemento dell'azione delle squadre, veri stabilimenti di disinfezione a vapore, montati su carri, possono essere trasportati ove occorrano; essi sono provvisti di stufa Geneste Herscher, sono distinti nelle due sezioni infetta e non infetta, e completati da una cabina per lo sviluppo della formaldeide.

Questi carri-stufa sono stati ideati e studiati fin nei minimi dettagli dai sanitari ferroviari, e costituiscono una vera specialità delle ferrovie italiane, poichè nessun'altra Amministrazione del genere ne possiede.

Altre carrozze specializzate sono quelle destinate al trasporto dei malati a lunga distanza, costituite di una camera d'infermeria con letti, tavoli pieghevoli, poltrone, armadietti; di una cucina-ripostiglio con fornelletti elettrici, stoviglie, frigorifero; di una ritirata speciale per l'ammalato: di un compartimento per le persone di famiglia o di scorta.

Terzo e non meno interessante veicolo sanitario consiste nella carrozza di soccorso; che è divisa in tre compartimenti, di cui gli estremi servono per deposito di materiale (barelle materassi, ritirate, accessori), quello centrale più grande è una vera camera chirurgica fornita di letto operatorio, di tavoli mobili e ribaltabili, lavabo, gran quantità di materiale di medicazione e numeroso armamentario chirurgico. Questa ambulanza mobile fece eccellente prova in occasione del terremoto calabro-siculo nel 1908 e del terremoto della Marsica nel 1915.

Anzichè in disegni o in fotografie, sarebbe stato desiderabile che le tre carrozze sanitarie, le quali da sole basterebbero a dimostrare di quale eccellente materiale dispone l'Amministrazione ferroviaria, fossero state inviate esse stesse all'Esposizione di Strasburgo; ma difficoltà insuperabili frappostesi lo hanno impedito.

Ad integrazione di quanto forma oggetto dei disegni e dei modelli inviati alla mostra, sono esposte numerose pubblicazioni di funzionari ferroviari su argomenti di igiene e di medicina sociale, tra cui figurano non pochi estratti della nostra rivista.

Viene pure distribuito un opuscolo che illustra il contributo delle ferrovie italiane all'Esposizione di Strasburgo. Di tale contributo il Presidente della Repubblica Francese, nella occasione della visita inaugurale della Esposizione, si mostrò particolarmente riconoscente con calde parole di ringraziamento rivolte al Rappresentante del nostro Governo ed ai Funzionari presenti dell'Amministrazione ferroviaria.

Un'elettrificazione a corrente continua a 3000 volt in Ispagna.

La società americana *General Electric Company* ha assunto, attraverso la *Sociedad Iberica de Construcciones Electricas* di Madrid, l'elettrificazione di un tronco di circa 64 km. in Ispagna con sistema a corrente continua a 3.000 volt. Le locomotive, pesanti in tutto 91 tonn. ognuna, avranno carelli a 3 assi e saranno equipaggiate ciascuna con 6 motori da 400 cavalli: la potenza sarà tale da consentire a queste macchine il rimorchio di un treno completo ordinario sulla pendenza del 20 ‰ alla velocità di oltre 35 km. all'ora.

Tre delle sei locomotive ordinate sono già state trasportate in Ispagna; i lavori per le sottostazioni e la linea sono molto avanzati.

La trazione elettrica monofase-trifase sulla Virginian Railway.

La *Virginian Railway*, che è stata finora esercitata con potenti locomotive Mallet ed ha in servizio carri di oltre 100 tonn. di portata, ha deciso l'elettrificazione della propria rete tra Mullens e Roanoki, cioè di 215 km. di percorso e 340 km. di binari.

Vi è un traffico molto pesante, che consiste sopratutto di carbone ed è reso più difficile da livellette del 20 ‰.

La corrente di linea sarà monofase a 11.000 volt. e 25 periodi; e verrà, sulle locomotive, trasformata in trifase a 600 volt. Potranno così circolare treni del peso di 6000 tonn. sull'indicata pendenza massima del 20 ‰ e di 9000 tonn. in orizzontale.

Digitized by Google

Notizie e risultati di prove relative al cemento fuso della Ditta Società Anonina Calci e Cementi di Lafarge e di Teil

(Redatto dall'Ing. ADOLFO PICARELLI per incarico dell'Istituto Sperimentale FF. SS.)

Il « Cemento fuso », ottenuto in seguito a studi del Laboratorio della Società Lafarge, è il risultato della fusione di una mescolanza di bauxite e di calcare in determinate dosi, fusione che dà origine ad un cemento di proprietà molto notevoli.

Avuto a disposizione, per gentile offerta della Società stessa, un campione del cemento in questione, l'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato ha proceduto alle prove ed analisi su di esso, per controllarne le asserite proprietà meccaniche e chimiche.

La composizione chimica è risultata la seguente:

SiO^2	11,3	%
Al^2O^3	39,7	%
Fe^2O^3	7,5	%
CaO	40,1	%
MgO	0,2	%
SO^3	tracce	
Umidità a 110°	0,12	%

l'indice idraulico $\frac{\text{(Silice + allumina)}}{\text{Calce + Magnesia + Ferro}}$ è quindi molto elevato (1,06), e l'indice silicico $\frac{\text{(Silice)}}{\text{Allumina + ferro}}$ molto basso (0,23), in confronto degli ordinari cementi Portland, la cui composizione oscilla mediamente fra 21 e 23 % di Silice, 6 a 8 % di Allumina, 2 a 3 % di ossido di ferro, 56 a 67 % di calce con indice idraulico di circa 0,50 e indice silicico di circa 2,5.

In confronto del cemento fuso gli ordinari cementi sono quindi molto meno ricchi di allumina e più siliciosi, differenza essenziale tra i due tipi di cemento è però la combinazione nella quale trovansi gli elementi costitutivi silice allumina e calce, in quanto che, mentre nel Portland la silice è unita alla calce nella forma attiva prevalente di silicato tricalcico, nel cemento fuso gli elementi attivi sono gli alluminati risultanti dalla combinazione della calce con l'allumina.

Le prove fisiche diedero i seguenti risultati:

Finezza della macinazione	Densità assoluta 3,07	Densità apparente 1,06
	Residuo in peso p. % sullo staccio normale di 900 maglie per cm²	0,18
	» » » » » » » »	8,98

Elementi di presa.

Il materiale puro mescolato durante 3 minuti col 27 % del proprio peso di acqua, ha cominciato a far presa dopo 3h dal principio dell'impasto ed ha terminato dopo 9h essendo la temperatura ambiente durante l'osservazione di 25° C; ed ha dato luogo ad un aumento di temperatura di 15° C.

Digitized by Google

Prove di indeformabilità.

I provini di materiale puro risultarono nella prova:
a freddo (sott'acqua alla temperatura da 15° a 20° *C*) resistenti.
a caldo (sott'acqua alla temperatura di 100° *C*) resistenti.

Prove di resistenza.

Provini di malta normale (mescolata a macchina durante 2 $^1/_2$ minuti e compressa meccanicamente negli stampi con un lavoro di compressione di Kgm. 0,3 per grammo di miscela asciutta conservati sott'acqua alla temperatura da 15° a 20° *C*).

Cemento una parte in peso.
Sabbia normale tre parti in peso
Acqua 9,0 p. % della miscela asciutta.

Stagionatura dei provini in giorni	1	2	4	7	28
Resistenza alla trazione in kg. per cm²	41,9	43,6	45,7	49,6	50,1
Resistenza alla compressione in kg. per cm²	407	498	506	547	590

Provini di pasta normale di materiale puro (mescolata a mano durante 3 minuti col 27per cento del proprio peso d'acqua e colata negli stampi) conservati sott'acqua alla temperatura da 15° a 20° *C*.

Stagionatura dei provini in giorni	1	2	4	7	28
Resistenza alla trazione in kg. per cm²	44,6	62,5	78,6	49,3	52,5

Dai risultati suesposti può dedursi che, pur essendo di presa lenta, le malte di cemento fuso dopo sole 24 ore di stagionatura acquistano resistenze superiori a quelle dei cementi ordinari dopo 28 giorni; qualità questa praticamente preziosa per lavori di grande urgenza e per economia di armature nei lavori in cemento armato, essendo possibile disarmare dopo pochi giorni.

L'indurimento dopo le prime 24 ore è progressivo ed al 28° giorno si raggiungono resistenze più che doppie di quelle di un buon cemento Portland.

Fenomeno caratteristico nella presa del cemento fuso è il notevole innalzamento di temperatura, che però, per ragioni ovvie, non ha più il significato che potrebbe avere in un ordinario Portland.

Passando dalle malte ai calcestruzzi confezionati con cemento fuso, ecco, per notizia, alcuni dati sulla resistenza di essi, desunti da prove eseguite in laboratori francesi:

Dosatura Kg. di cemento fuso per metro cubo di sabbia e ghiaia	Resistenze alla compressione in Kg. per cm² dopo stagionatura di 24 ore	48 ore	7 giorni
150	78,8	72,6	75
200	95,6	148	155
250	218,8	197,5	195

Si ripete quindi anche per questi calcestruzzi magri il fatto che solo 24 ore dopo l'impasto presentano caratteristiche meccaniche pari ai calcestruzzi di cemento ordinario dopo 28 giorni di stagionatura.

Digitized by Google

Oltre le qualità speciali, per quanto riguarda la resistenza e la rapidità d'indurimento, il cemento fuso presenta anche il requisito di essere inalterabile ed indecomponibile in presenza di acque solfate e di acqua di mare; per controllare praticamente anche questa ultima caratteristica di grande importanza per lavori marittimi ed in genere per opere esposte ad acque saline, presso l'Istituto Sperimentale si sono istituite apposite esperienze, immergendo provini di malta confezionata con cemento fuso in soluzioni di solfato di calcio (acque gassose) solfato di magnesio ed in acqua di mare, ed osservandone il comportamento in confronto delle malte ordinarie di cemento Portland; dette prove necessariamente di lunga durata sono in corso e di esse si darà notizia a tempo opportuno; ma fin d'ora può riferirsi che a tutt'oggi (1 *anno d'immersione*) i provini confezionati con cemento fuso si mantengono intatti, mentre quelli di cemento normali sono già in disfacimento.

Le ferrovie del Chili.

La storia delle costruzioni ferroviarie nel Chili può essere riassunta nelle seguenti cifre, che indicano lo sviluppo chilometrico raggiunto dalla rete di quel paese in diversi anni dal 1885 al 1921:

Anni	Ferrovie dello Stato	Ferrovie Private	Ferrovie in totale
1885	950	1.254	2,704
1890	1.106	1.641	2.747
1895	1.732	1.765	3.497
1900	2.125	2.229	4.354
1905	2.329	2.449	4.778
1910	2.830	3.114	5.944
1915	5.122	3.093	8.215
1920	5.279	3.232	8.511
1921	5.343	3.232	8.575

Dei 5343 km di ferrovie di proprietà fiscale, 4630 km. sono esercitati direttamente dallo Stato. Il rimanente è affidato provvisoriamente alla *The Chilian Northern Railway*.

Secondo quanto rileviamo da un periodico ferroviario dell'America Latina, la legge del 1914 che concesse l'autonomia alle ferrovie dello Stato ne iniziò pure il rinnovamento tecnico, sopratutto ponendo nei posti direttivi gli ingegneri provenienti dalle Scuole superiori di quel paese ed « eliminando in gran parte l'influenza delle raccomandazioni politiche ».

Appunto all'entrata di un « personale giovane, preparato ed animoso » viene attribuito quel rinnovamento materiale ed amministrativo, che permise negli anni di crisi della guerra mondiale la preparazione di importanti progressi e lavori, fra cui la costruzione di una grande Stazione terminale a Valparaiso, la riforma generale del segnalamento, l'adozione del freno continuo sui treni merci, l'elettrificazione di 900 km. di linea tra Santiago e Valparaiso.

Il materiale rotabile delle ferrovie russe.

Secondo una relazione presentata all'ultimo Congresso degli impiegati ed operai ferroviari dal Dzerjinski, consigliere al Ministero dei trasporti, la situazione del materiale rotabile delle ferrovie russe risulterebbe sempre molto difficile. Nel 1913 le ferrovie disponevano di 20.320 locomotive di cui l'83 % era in buono stato di servizio; nell'ottobre 1920 non vi erano più di 7918 macchine utilizzabili, 7677 nel gennaio 1921 e 7488 alla fine del 1922; il 63 % dell'effettivo è immobilizzato per riparazioni che le officine non possono eseguire che molto lentamente, per mancanza di macchinario e di materie prime.

Quanto ai carri, nel 1913 se ne avevano 502.000 unità; non ve ne erano allora che 0,5 % in cattivo stato, mentre che questo rapporto si elevava al 27 % nel 1921 e al 35 % nel 1922.

Digitized by Google

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

Le correnti alternate industriali. (Ing. T. JERWIS — Volume della *Biblioteca tecnico-industriale*, Torino, S. Lattes (250 × 163), pag. 261, fig. 104, tabelle 23.

In una materia che, come quella delle correnti alternate industriali, è stata ed è largamente trattata, anche in Italia, in parecchie opere, l'ing. T. Jerwis è riuscito a scrivere un libro interessante, il quale acquista maggior pregio per la nitida veste tipografica con cui ha saputo presentarlo l'editore.

I principali fondamenti scientifici dei problemi che più di frequente ricorrono nella pratica della trasmissione ed utilizzazione delle correnti alternate sono chiaramente enunciati e coordinati fra loro; talvolta sono presentati sotto punti di vista diversi, secondo che hanno dato origine a metodi di analisi differenti da parte di vari autori.

Della trattazione grafica è fatto largo uso, dopo aver ricordato il significato fisico dei suoi vari elementi; e parallelamente ad essa sono sviluppati i procedimenti analitici, a cominciare dai casi più semplici sino a giungere via via alla considerazione dei problemi più complessi. Per cui il libro può concorrere alla formazione di quell'intuito che è necessario all'elettrotecnico per orientarsi prontamente così nell'esame di impreviste anomalie sperimentali e di esercizio industriale come nell'investire i casi pratici più difficili con calcoli semplici fin dove è possibile ma di sufficiente approssimazione.

Ecco i titoli principali sotto cui la materia è raccolta:

— espressione e rappresentazione delle correnti alternate;
— diagrammi vettoriali;
— diagrammi vettoriali di sistemi polifasi;
— azioni elettrodinamiche;
— modificazioni brusche di regime in un circuito e fenomeni di conguaglio delle energie.

Seguono tre appendici: sui complessi; sul calcolo simbolico delle grandezze alternate; sulla determinazione sperimentale dei coefficienti per il calcolo della caduta di tensione in circuiti costituiti da tratti paralleli di conduttori di diversa permeabilità.

Per ogni argomento vi è una premessa che ne richiama i legami, la ragion d'essere, la reale utilità, i limiti necessari nell'applicazione di teorie e metodi. Sempre quando riesce possibile, l'analisi complessa si chiude con una norma semplice, enunciata in forma comoda per la pratica.

Il libro del Jerwis non trascura di porre nella sua giusta luce il contributo notevole che ingegneri italiani hanno dato per lo studio e le applicazioni della corrente alternata; contributo apparso quasi tutto negli ultimi anni sulle colonne della nostra consorella *L'Elettrotecnica*, che giustamente l'autore trova spesso occasione di citare.

Quest'opera, nell'idea prima, voleva servire specialmente ai tecnici nostri che si occupano di trazione elettrica, e non è quindi senza ragione che noi la troviamo un notevole tentativo per aiutare a discendere senza scosse e senza pericoli dalla pura teoria alle esigenze imperiose della pratica.

Digitized by Google

(B. S.) Le condotte devono essere interrate o a cielo scoperto? (*Bulletin Technique de la Suisse Romande*, 12 maggio 1923, pag. 120).

Si è constatato, in parecchie occasioni, che importanti tronchi di condotte interrate, messe allo scoperto per riparazioni o altro, hanno presentato profonde corrosioni dovute alla ruggine. Nel caso, perciò, che qualche nuova condotta, situata in regioni troppo esposte al gelo e alle nevicate, dovesse assolutamente venir interrata, sarà necessario proteggerla con un mezzo ben più efficace del doppio strato di vernice col quale generalmente si crede di proteggere le condotte. A Vienna, per esempio, le condotte vengono protette da numerosi strati di catrame, intercalati con strati di carta, e tale protezione ha dato buoni risultati. In ogni modo, a parte il fatto, pur esso importante, che gli sforzi ai quali sono soggette le condotte interrate vengono a risultare, in certe circostanze, a causa proprio dell'interramento, maggiori di quelli a cui sono soggette le condotte a cielo libero, sta, a favore di quest'ultimo tipo di condotte, la caratteristica dell'accessibilità e facilità di verifica e manutenzione.

(B. S.) Un nuovo impianto centrale di manovra degli scambi. (*The Railway Engineer*, marzo 1923, pag. 91).

Dall'ottobre 1921 sono state poste in servizio nella stazione francese di Lilla *La Delivrance* due cabine di manovra e di controllo degli scambi di un nuovo tipo studiato e costruito dalla Società « L'Aster ». Le cabine (chiamate N. 2 e N. 4) comandano gli scambi di un piazzale di

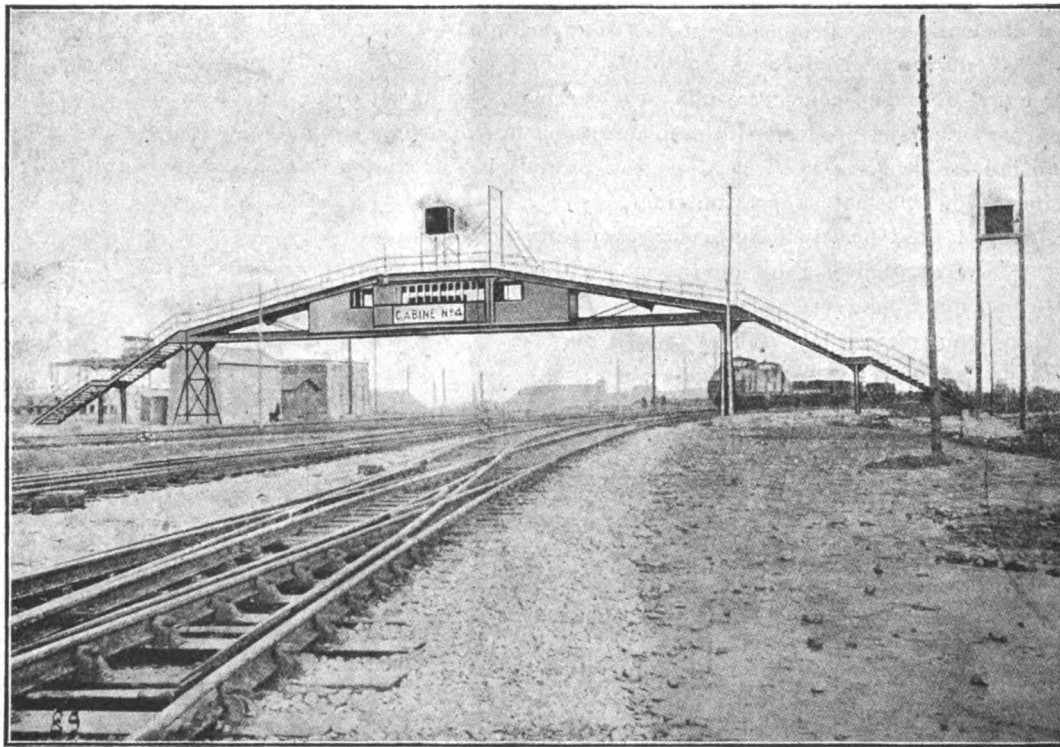



Fig. 1. — Una delle cabine.

manovra che comprende ben 36 binari. La cabina N. 4 (vedi fig. 1) si trova all'entrata del piazzale che è alimentato da un fascio di 12 linee di ricevimento. L'equipaggiamento della cabina permette l'uscita di 3.000 carri al giorno; anzi si è potuta ottenere, in determinate condi-

Digitized by Google

zioni, una velocità di uscita di ben 250 carri all'ora. Tale velocità, in parte attribuita all'opportuna disposizione dei binari di manovra, è dovuta principalmente alla speciale apparecchiatura di comando dei singoli scambi ideata dai costruttori. I veloci dispositivi di cui sono muniti gli scambi (vedi fig. 2) li manovrano al massino in 8 decimi di secondo, per mezzo di not-

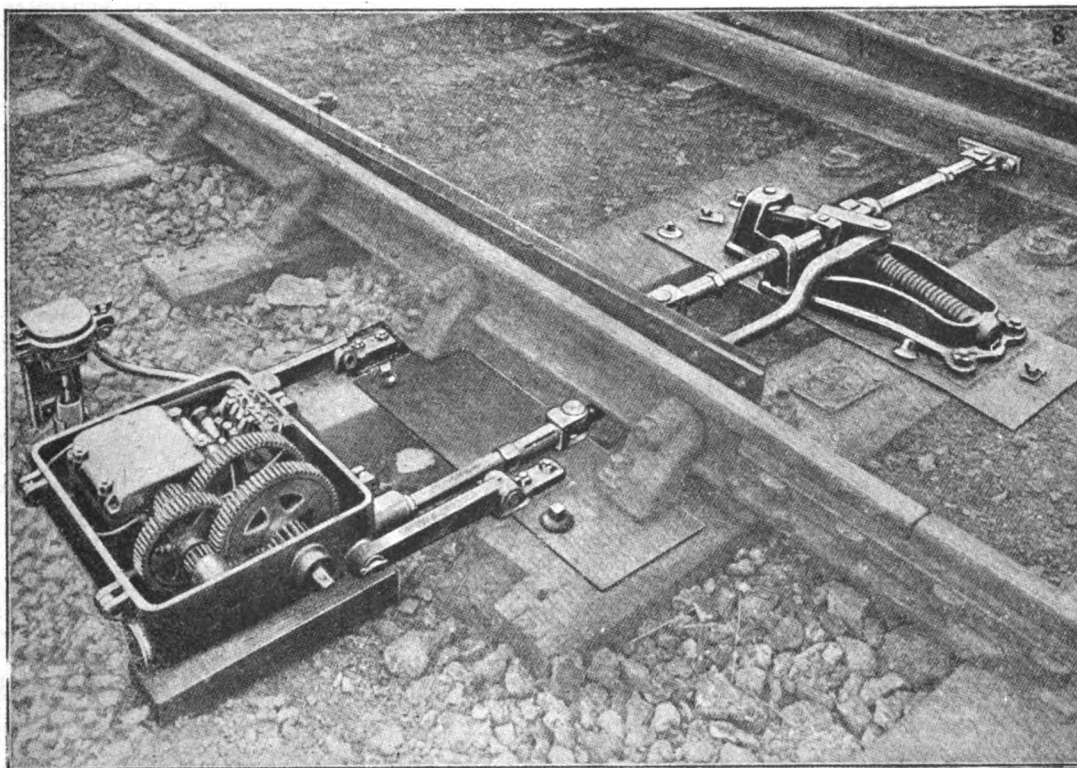



Fig. 2. — Equipaggiamento di uno scambio semplice.

tolini a molla, che agiscono a guisa di leve controbilanciate e mantengono la punta strettamente aderente al contrago, impedendo così gli svii dovuti alla cosidetta *posizione intermedia* degli aghi. Inoltre, in vista dell'enorme numero di manovre che continamente devono venir effettuate, e per semplificare l'opera del manovratore e diminuirgli lo sforzo muscolare e mentale, si è scelto il tipo di manovra a leve individuali ad azionamento rapido. I due scambi, generalmente coniugati, che servono a mettere in comunicazione tra loro due binari paralleli, vengono manovrati separatamente; ma con dispositivi tanto rapidi, da permettere di preparare la via a un convoglio in un tempo più breve di quello da esso impiegato ad attraversarla. L'opera del manovratore è stata anche assai facilitata da un sistema di controllo che si è dimostrato ottimo e che è fondato sull'impiego di piccole carte schematiche indicanti i binari e sul raggruppamento delle leve in ordine numerico nell'apparato centrale, il quale è stato reso il più compatto possibile.

L'energia elettrica occorrente è fornita da una batteria di accumulatori di bassa capacità, a 110 volt. Una sottostazione contiene due batterie (una di riserva), un gruppo convertitore e un piccolo gruppo elettrogeno da mettere in funzione nel caso venga a mancare l'energia. Per i circuiti di controllo si utilizza corrente a basso voltaggio (da 7 a 10 volt), derivata dai 110 volt mediante uno speciale apparato.

Digitized by Google

(B. S.) Una nuova locomotiva inglese tipo « Pacific » (*The Railway Engineer*, marzo 1923, pag. 95).

Una nuova locomotiva del tipo 4-6-2 (Pacific) a tre cilindri, studiata dal Gresléy, è stata di recente posta in servizio sulla Great Northern Railway.

Parecchi esperimenti hanno dimostrato l'ottima costruzione e prestazione di questa macchina; ed è degno di nota il viaggio di prova compiuto da essa poco tempo fa da Londra a Grantham con un treno rimorchiato di 620 tonnellate, alla velocità media di circa 84 Km. l'ora.

Il buon risultato è attribuito ai principî generali in base ai quali la locomotiva è stata progettata, alla perfetta proporzione tra le parti e finalmente a certe particolarità tra cui emerge quella di aver potuto ridurre notevolmente, mediante l'uso di acciaio al cromo-nichelio, il peso delle parti soggette a moto alterno. Si è ottenuto così di poter limitare il peso unitario dato dal quoziente $\frac{\text{peso-locomotiva a vuoto (tender escluso)}}{\text{potenza}}$, pari a soli 48 Kg. per cavallo di potenza al cilindro, e a 51 Kg. per cavallo alla caldaia, mentre finora i minimi pesi, ottenuti mediante una locomotiva della ferrovia della Pennsylvania del tipo 4-4-2, erano rispettivamente di Kg. 53,2 e 58,4 (1).

(B. S.) Il rivestimento interno dei carri-serbatoi per trasporto di vini (*Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, 1923, n. 6, pag. 259).

I vantaggi che si ricavano dal trasporto di vini per mezzo di carri serbatoi (riduzione delle perdite lungo il trasporto e grande economia di mano d'opera) possono essere neutralizzati dagli inconvenienti che si riscontrano per la conservazione dei liquidi. I serbatoi con parete interna di ferro, infatti, sono soggetti alla ruggine, che intorbida il vino, gli comunica un sapore sgradevole e lo predispone all'inacidimento; mentre le pareti di alluminio e di leghe derivate, che recentemente si sono volute adattare, scoloriscono molto facilmente il vino. Ad evitare tali inconvenienti, si è pensato di rivestire le pareti in contatto col vino con una quantità di espedienti, tra cui la smaltatura, e la bakelizzazione (rivestimento con una vernice ottenuta mediante la soluzione alcoolica di bakelite). Però, per parecchie considerazioni, che per brevità si omettono, si può concludere che i migliori sistemi di rivestimento sono la stagnatura e l'intonacatura a caldo.

La *stagnatura*, tuttavia, ottenuta per mezzo di metallizzazione, nel caso del ferro dà risultati assai disparati: solo quando si è potuto preventivamente ottenere una essiccazione perfetta dei serbatoi e una pulitura sufficientemente buona delle lamiere, i risultati sono stati eccellenti.

L'*intonacatura* con sostanze di composizione complicata, per lo più bituminose, viene praticata per lo più a caldo. Tali intonaci, se convenientemente studiati, hanno il vantaggio sulle vernici che, non contenendo essi alcun solvente volatile, non danno alcun nuovo odore o sapore al vino. Essi, del resto, sono impiegati correntemente anche nei grossi recipienti destinati a contenere vino nelle grandi cantine. Ma non è facile trovare l'intonaco adàtto, se si pensa che esso deve esser fornito delle seguenti qualità:

aderire perfettamente alle lamiere;

essere sufficientemente elastico, e resistere quindi senza screpolarsi o distaccarsi alle scosse a cui vanno soggetti i carri serbatoi;

---

(1) Vedi questa rivista, numero del giugno 1916, pag. 259, per una nota sull'aumento delle potenze specifiche ottenuto nelle locomotive a vapore delle FF. SS. nel periodo di tempo che va dal 1892 alla fine del 1915. Anche noi prendemmo allora in considerazione il valore inverso della potenza specifica e dimostrammo che fin dal 1915, mediante le locomotive a vapore surriscaldate dei gruppi 685 e 745, si erano presso di noi raggiunti rispettivamente i pesi per cavallo di Kg. 51,2 e Kg. 49,4.

Digitized by Google

essere perfettamente insolubile nei liquidi alcoolici;

essere rigorosamente asettico e impermeabile; avere un punto di fusione abbastanza basso perchè la applicazione ne risulti facile, e abbastanza elevato per non permetterne il rammollimento durante l'estate.

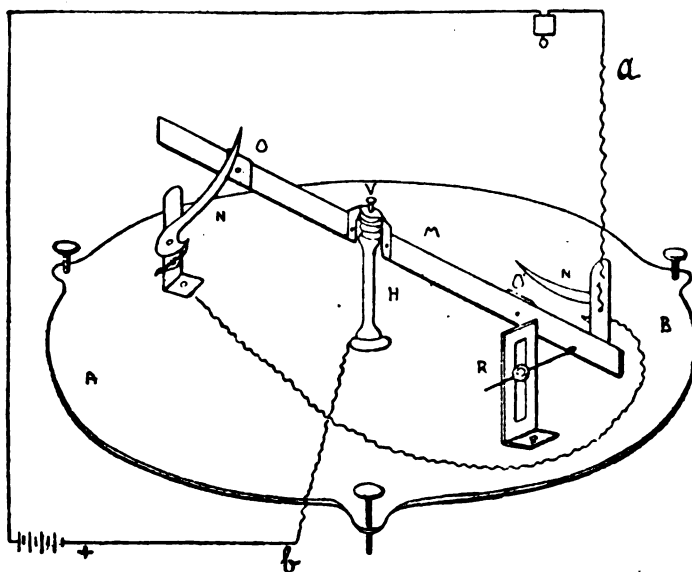
Ma anche l'intonacatura, che ha i vantaggi di essere poco costosa, di offrire una protezione perfetta, e di facilitare il rifacimento parziale di un rivestimento, presenta i suoi inconvenienti. Un intonaco messo a caldo mal aderisce a superfici umide, quali sono quasi sempre (malgrado ogni sforzo che si faccia per ottenere un perfetto essiccamento), le pareti interne di uno dei carri in parola. Tanto nel caso della stagnatura quanto in quello dell'intonacatura, tutti gli insuccessi dipendono dall'umidità immagazzinata nel recipiente. Sembra perciò che il problema non possa venir risolto completamente, a meno che non si muniscano i serbatoi di aperture sufficienti per permettere un'aereazione efficace; resta il fatto, in ogni modo, che solo nel caso che si abbia la possibilità di essiccare completamente, per mezzo di una corrente d'aria, l'interno dei recipienti, l'intonacatura riesce bene e produce i suoi benefici effetti.

(B. S.) Il pedale magnetico ferroviario « Dalla Bona » (*Rivista dei trasporti*, aprile 1923, pag. 43).

Appartiene a quella categoria di invenzioni che in questi ultimi tempi, specie dopo l'abolizione della sorveglianza di numerosi passaggi a livello, si sono moltiplicate, tutte intese a risolvere il problema di ottenere, per mezzo di un treno in moto, azioni automatiche atte a fornire, (sia mediante elettricità, sia mediante congegni meccanici) segnalazioni o ai treni stessi o al personale di linea o al pubblico. Il pedale magnetico « Dalla Bona » si presenta di struttura semplice ed è fondato su un principio fisico immanente quale è il magnetismo terrestre e il flusso magnetico emanante dalle ruote e da altre parti di ferro, ghisa o acciaio, disposte verticalmente, del materiale rotabile ferroviario.

Tali parti per effetto dell'azione direttrice della Terra, si magnetizzano con costante polarità di Nord in basso e Sud in alto, e possono quindi considerarsi come altrettante calamite permanenti dotate di polarità la cui potenzialità aumenta, fino a un certo punto (saturazione), col moto e conseguenti attriti e vibrazioni prodotte dalla marcia dei convogli.

L'apparecchio è schematicamente rappresentato dalla figura. *A B* è una base di materiale isolante o di metallo diamognetico. Essa può disporsi orizzontalmente mediante tre viti di richiamo. *M* è un magnete permanente appoggiato in equilibrio statico sul supporto a perno *H*. Tale magnete porta due piastrine di contatto d'argento (*O*, *O*). *N* e *N'* sono nottolini di alluminio rivestiti d'argento nelle parti destinate a formare i contatti con *O* e *O'*, e chiudere così il circuito elettrico. *R* è un regolatore della sensibilità del congegno; è costituito da un'asticina di rame orizzontale che, allontanata o avvicinata al magnete, esercita su di esso un'azione regolatrice. Vi è inoltre, all'altra estremità del magnete, uno smorzatore delle oscillazioni.

Digitized by Google

Tutto il congegno è chiuso in una cassetta con coperchio a vetro, la quale viene esattamente livellata ed orientata secondo il meridiano magnetico della località, e posta sul fondo di apposita nicchia di cemento in prossimità del rispettivo binario. I due conduttori (*a*, *b*) che partono dall'apparecchio vengono portati in cavo sotterraneo a chiudere il circuito contenente la sorgente di corrente elettrica e gli apparecchi che da essa devono venire azionati. Il pedale magnetico è stato esperimentato con buon risultato dal 16 dicembre 1921 al 30 giugno 1922 sul tronco Camerlata-Borghi di Como, delle Ferrovie Nord Milano.

Illuminazione elettrica e distribuzione di energia ad uso forza motrice nel deposito locomotive di Solvay (New York). (*Railway Electrical Engineer*, febbraio 1923, pag. 35).

Tralasciamo la descrizione del Deposito locomotive, la cui disposizione planimetrica risulta dalla figura 2, e consideriamo solo il sistema adottato per la distribuzione dell'energia elettrica ad uso illuminazione e forza motrice.

La piattaforma girevole e i binari di approccio che dalla piattaforma vanno ai singoli scomparti (stalli) della rimessa sono illuminati mediante lampade montate su pali, tutte comandate da un punto centrale. L'energia elettrica per luce e forza viene fornita da una azienda locale, le cui linee ad alta tensione sono condotte a una piccola cabina di trasformazione all'aperto chiusa da una fitta rete metallica, e distante poche diecine di metri dal Deposito. Annesso al detto recinto in rete metallica vi è un piccolo edificio dove sono istallati gli interruttori in olio e gli automatici a massima. Dalla cabina di trasformazione le linee di alimentazione vengono portate su pali in legno, alle due estremità del deposito, al collettore aereo della piattaforma e al deposito combustibili.

L'energia destinata ad azionare i gruppi motori-generatori e i motori delle officine è trifase a 440 volt, 25 periodi, mentre che per illuminazione vengono adibiti circuiti a tre fili, alla tensione di 110-220 volt. I circuiti per lampade portatili sono alla tensione di 36 volt, ottenuta mediante due locali trasformatorini.

Ciò che caratterizza specialmente l'impianto è il tipo, il numero e la disposizione delle lampade della rimessa locomotive (ved. fig. 1). Il passaggio interno a corona semicircolare che corre lungo la semicirconferenza, chiamiamola così, esterna, della rimessa è illuminato da lampade da 200 watt montate su portalampade Benjamin a riflettore a cupola da 40 cm., e situate a poco meno di 5 metri di altezza dal pavimento e in corrispondenza della metà della distanza degli interessi di due binari di ricovero successivi. Il riflettore è smaltato di bianco internamente e in verde esternamente, e il portalampade è di porcellana in due pezzi senza chiavetta e munito di un fissalampade che impedisce alla lampada di allentarsi per le vibrazioni. Tra ogni due stalli vi sono altre due lampade dello stesso tipo, montate ugualmente a circa 5 m. di altezza In aggiunta poi a tali lampade vi sono, in ogni interstallo, tre paia di lampade munite di riflettori ad angolo ellittici, situati all'altezza di circa 2.50 m. dal suolo. Le unità pendono da aste metalliche, e, dove la costruzione lo permette, la coppia estrema di lampade

Fig. 1. — Illuminazione di un posto della rimessa.

Digitized by Google

è montata sui pilastri che corrono lungo la circonferenza esterna. I riflettori ad angolo sono smaltati, hanno i portalampade della specie di quelli adoperati per le lampade in alto; solamente le lampade sono da 100 watt.

Ogni due pilastri, tanto della circonferenza esterna che interna, vi è un paio di prese di

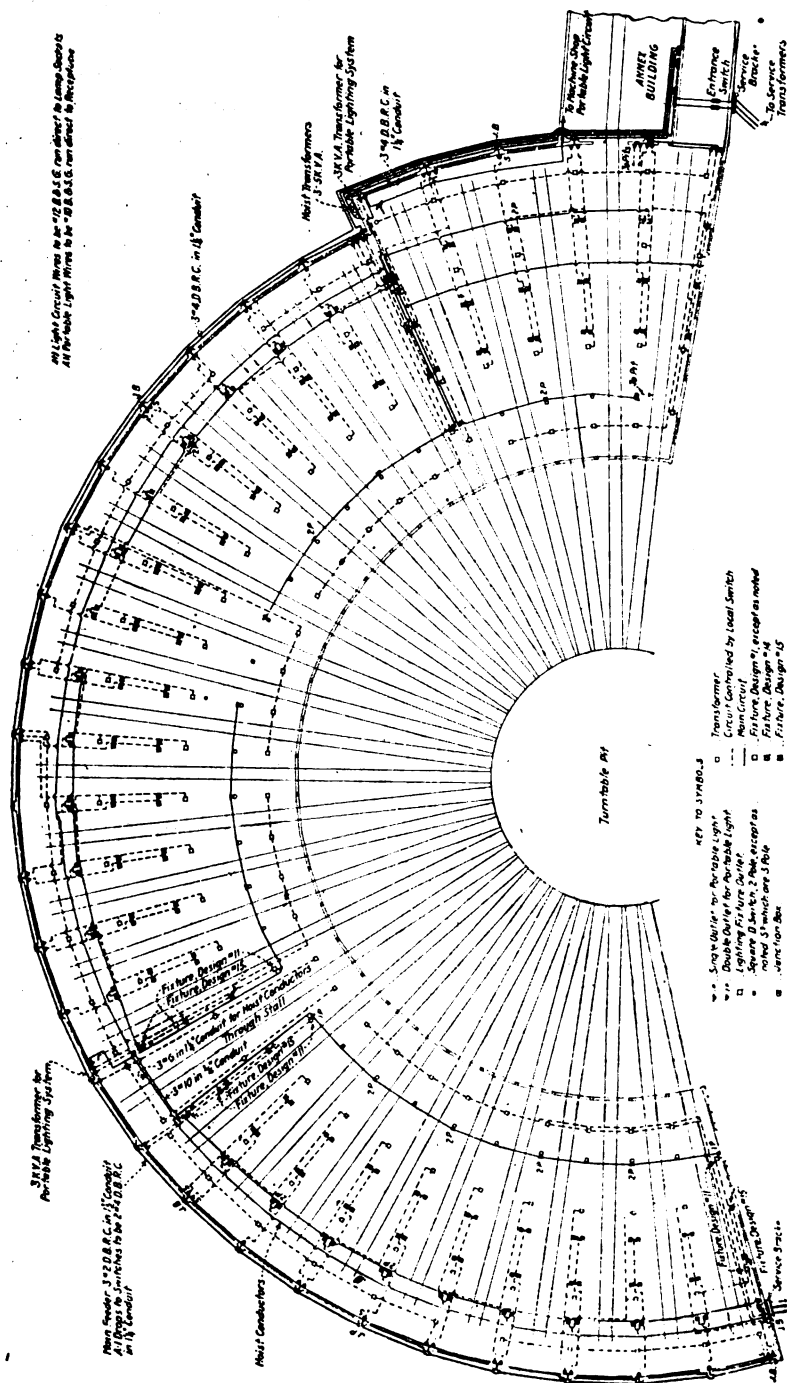



Fig. 2. — Planimetria della rimessa con l'indicazione dei circuiti e degli apparecchi.

Single outlet for portable light = Presa di corrente per una sola lampada.
Double » » » » = » » due lampade.
Square *D* Switch, 2 pole, except... = Interruttore quadrato tripolare, eccetto dove è indicato S^3; nel quale caso è tripolare.
Junction box = Scatola di giunzione.
Transformer = Trasformatore.
Circuit controlled by local Switch = Circuito comandato da un interruttore locale.
Main circuit = Circuito principale.
Fixture = Lampada.

corrente, per lampade portatili protette a mano, o per unità portatili Western su sostegni poggiati al suolo. La fossa sottostante a tre binari è illuminata da 8 lampade da 60 watt montate col sistema Oliver, che consiste in una scatola di derivazione di metallo fuso, una protezione e

Digitized by Google

un riflettore. L'illuminazione generale della rimessa in corrispondenza della fossa è uguale a quella della parte rimanente della rimessa.

Tutte le condutture elettriche sono contenute in un tubo rigido di metallo nero, dipinto con vernice antiacida. Le fasce di sostegno del tubo sono fatte di metallo Monel, e sono tenute in posto con viti fatte dello stesso metallo. Lo stesso sistema di illuminazione generale è adottato per le officine del deposito.

Poco dopo l'entrata delle condutture principali di alimentazione nel fabbricato, nell'interno del muro, in una specie di armadio, vi sono due interruttori tripolari di sicurezza a semplice scatto, muniti di fusibili. I ripari dei fusibili situati nelle scatole degli interruttori sono congegnati in modo da non potersi aprire se prima non è stato aperto l'interruttore.

Dagli interruttori di entrata gli alimentatori vengono portati ai quadri di distribuzione. Ogni circuito è comandato da interruttori di sicurezza, i quali non hanno alcuna parte pericolosa all'operatore; anzi sono completamente chiusi in armadi a muro. Questi quadri di distribuzione sono situati nell'officina del Deposito.

Gli alimentatori per la luce dal quadro generale di distribuzione (situato, come fu detto, nell'officina) vengono portati lungo la parete esterna semicircolare della rimessa, proprio al disotto delle doccie della copertura, in un tubo di 32 mm. Le scatole di derivazione sono situate all'incirca a metà distanza tra due stalli; dalla sommità di ogni scatola di derivazione si diramano, a seconda dei casi, da uno a tre circuiti secondari per luce.

Gli interruttori per luce sono quadrati, montati in scatole di metallo fuso. Tirando o spingendo il bottone di manovra, si inseriscono o si ritirano dalle rispettive sedi le valvole, chiudendo così o aprendo il circuito. Una leva speciale è inserita nel foro situato nel centro del blocco dei fusibili, rendendo così impossibile, come sopra fu detto, di manovrare la valvola se prima l'interruttore non è stato aperto. Le lampade a riflettore ad angolo situate nell'interspazio tra due stalli adiacenti sono comandate da separati interruttori; vi è cioè un interruttore per ogni stallo. Due dei circuiti delle lampade in alto sono comandati da un unico interruttore, e altri interruttori comandano gruppi di circa cinque delle lampade situate in alto per illuminare il passaggio a corona circolare compreso tra le teste degli stalli e la parete estrema.

L'energia occorrente per alimentare i circuiti delle lampade portatili è fornita da due trasformatori da tre K. V. A. situati a ugual distanza sul muro esterno. I circuiti a 36 Volt partenti da questi trasformatori consistono in tre conduttori posti dentro tubo rigido metallico da 23 mm., che corrono in due linee intorno a tutta la rimessa, in corrispondenza delle travi principali che si trovano in cima ai pilastri di supporto, cioè a circa m. 6,50 dal suolo.

Le due prese di corrente sono montate su una piastra di ferro, alla quale sono assicurati anche due robusti ganci di ferro. A questi ultimi vengono agganciati gli anelli situati circa a 45 cm. dalle spine di contatto, per impedire che l'operatore possa accidentalmente interrompere il circuito tirando il conduttore della lampada portatile. Il principale scopo nell'adottare la tensione di 36 Volt fu quello di evitare scosse agli operai che dovevano lavorare su pavimenti umidi o nell'interno delle caldaie delle locomotive o dei tender; in secondo luogo, perchè, come è notorio, le lampade a 36 Volt sono assai più resistenti di quelle di maggior voltaggio.

PALMA ANTONIO SCAMOLLA, *gerente responsabile*

ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE

Società Anonima - Capitale Sociale L. 40.000.000

MILANO - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO

STABILIMENTI:

I. di **SESTO S. GIOVANNI (Milano)**: Acciaieria termica ed elettrica, Laminatoio, Fonderia Ghisa e Acciaio.
II. di **SESTO S. GIOVANNI (Milano)**: Laminatoi di lamiere, Fabbrica Tubi saldati, Bullonerie.
III. di **SESTO S. GIOVANNI (Milano)**: Trafileria Acciaio e Ferro, Cavi e Funi metalliche, Reti, Laminati a freddo.
MILANO: Laminatoi, Fabbrica Tubi **senza saldatura "ITALIA"**.
VOBARNO (Brescia): Laminatoi, Fabbrica Tubi saldati e avvicinati, Trafileria, Punte, Cerchi.
I. di **DONGO (Como)**: Laminatoi e Fonderia Ghisa
II. di **DONGO (Como)**: Fabbrica Tubi per Aeronautica, Biciclette, ecc.
ARCORE (Milano): Fabbrica Lamiere perforate, Tele metalliche.
BOFFETTO (Valtellina): Impianto idroelettrico.

PRODOTTI PRINCIPALI:

LINGOTTI in acciaio dolce e ad alta resistenza per proiettili ed altri usi.
ACCIAI speciali, Fusioni di acciaio e ghisa.
FERRI e ACCIAI laminati in travi e barre tonde, quadre, piatte; sagomati diversi.
ROTAIE e Binarietti portatili. — VERGELLA per trafileria. — FILO FERRO e derivati. — FILO ACCIAIO. — **Funi metalliche. — Reti. — Punte. — Cerchi per ciclismo e aviazione. — Lamiere perforate. — Rondelle. — Catene Galle e catene a rulli.**
LAMINATI a freddo. — Moietta, Nastri. — **Bulloneria.**
Tubi senza saldatura "ITALIA" per condotte d'acqua, vapore, gas, aria compressa. — Tubi per caldaie d'ogni sistema. — Candelabri. — Pali tubolari. — Colonne di sostegno. — Tubi extra-sottili per aeronautica, biciclette, ecc., circolari, ovali, sagomati diversi.
TUBI SALDATI per gas, acqua, mobilio. — Sagomati vuoti. — Raccordi. — Nipples, ecc.
TUBI AVVICINATI e derivati per mobilio, biciclette, ecc.

Indirizzo Corrispondenza: ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO (8)

TELEFONI: 27-65 - 88-86 - 28-99 TELEGRAMMI: "IRON" MILANO

MOSTRA CAMPIONARIA PERMANENTE: MILANO, Via Manzoni, 37 - Telef. 85-85

SOCIETÀ ALTI FORNI, FONDERIE, ACCIAIERIE E FERRIERE

FRANCHI-GREGORINI

Capitale sociale L. 60.900.000 interamente versato

DIREZIONE CENTRALE: BRESCIA

TELEFONI: 3-67 — 11-32 — 10-03

STABILIMENTI IN: S. EUSTACCHIO (Brescia) (Tel. 3.78)
BRESCIA - Magazzino Ferro (Tel. 11.32)
FONDERIA LOVERE (Bergamo) (Tel. 10)
FORNO ALLIONE (Brescia) - Acciaieria Elettrica

ALTI FORNI IN: GOVINE (Brescia)
FONDERIA LOVERE (Bergamo)
FIUMENERO (Bergamo)
BONDIONE (Bergamo)
FORNO ALLIONE (Bergamo).

MINIERE FERRO IN: VALLE TROMPIA e VALLE CAMONICA (Bergamo)
VALLE SCALVE e VALLE SERIANA (Bergamo.

UFFICI IN ROMA - Via XX Settembre, 3 - Tel. 93-66

AGENZIE DI VENDITA IN ITALIA:

TORINO - MILANO - GENOVA - BRESCIA - TRIESTE
BOLOGNA - FIRENZE - NAPOLI
PALERMO - CAGLIARI

RAPPRESENTANTI ALL'ESTERO:

Austria: VIENNA — GUGENHEIMER, II - Franzensbrückenstr, 3
Belgio: WATERLOO — JOSEPH DELLEUR
Spagna: MADRID — C. CALAMARI - Avenida Conde Penalver, 21-23

Prodotti Speciali:

CILINDRI di ghisa fusi in Conchiglia per lamiere e laminati, fusi in staffa per profilati; cilindri per molini e cartiere.
RUOTE di ghisa temperata, Griffin. Ruote con centri in acciaio fuso o in acciaio laminato con cerchioni laminati, per locomotive, vetture e vagoni.
CERCHIONI greggi e lavorati, sciolti per ruote da ferrovia e tramvia.
SALE sciolte e montate con ruote di acciaio e ruote di ghisa per locomotive, vagoni e carrelli.
SALE A GOMITO per locomotive.
BOCCOLE, CEPPI per freno, ganasce in ghisa ed in acciaio.
MOLLE di qualunque tipo per ferrovie, tramvie, automobili.
GETTI di ghisa e di acciaio di qualunque peso.
LAMINATOI, presse, calandre, magli, trance, ecc.
ACCIAI speciali per utensili.
FERRI LAMINATI
BOMBOLE D'ACCIAIO - brevettate - in un sol pezzo per gas e liquidi compressi.

Digitized by Google

ANNO XII – VOL. XXIV – N. 2. RIVISTA MENSILE ROMA – 15 Agosto 1923.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **50**; per l'Estero (U. P.) Frs **100.** Un fascicolo separato rispettivamente **L. 5** e **Frs 10**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

(Corporazione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti Italiani)

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

VITTORIO EMANUELE BIBLIOTECA IN ROMA

Comitato Superiore di Redazione.

Ing. G. L. CALISSE.
Ing. Comm. R. GIOPPO – Ispettore Superiore delle FF. SS.
Ing. Comm. ABDELCADER FABRIS – Capo Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.
Ing. Gr. Uff. L. GREPPI – Direttore Generale della Società Anonima Officine Meccaniche (già Miani, Silvestri, Grondona, Comi & C.) – Milano.
Ing. P. LANINO – Per il Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani.
Ing. Comm. F. SCHUPFER.
Ing. Gr. Uff. C. SEGRÈ.

Segretario del Comitato: Ing. Cav. Uff. NESTORE GIOVENE - Ispettore Principale delle FF. SS.

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO-SINDACATO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI,,
ROMA – VIA POLI, N. 29 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Per le inserzioni rivolgersi esclusivamente all'AMMINISTRAZIONE DELLA RIVISTA
ROMA (4) – Via Poli, N. 29.

Digitized by Google

SOCIETÀ ALTI FORNI, FONDERIE, ACCIAIERIE E FERRIERE

FRANCHI-GREGORINI

Capitale sociale L. 60.900.000 interamente versato

DIREZIONE CENTRALE: BRESCIA

TELEFONI: 3-67 — 11-32 — 10-03

STABILIMENTI IN: S. EUSTACCHIO (Brescia) (Tel. 3.78)
BRESCIA - Magazzino Ferro (Tel. 11.32)
FONDERIA LOVERE (Bergamo) (Tel. 10)
FORNO ALLIONE (Brescia) - Acciaieria Elettrica

ALTI FORNI IN: GOVINE (Brescia)
FONDERIA LOVERE (Bergamo)
FIUMENERO (Bergamo)
BONDIONE (Bergamo)
FORNO ALLIONE (Bergamo).

MINIERE FERRO IN: VALLE TROMPIA e VALLE CAMONICA (Bergamo)
VALLE SCALVE e VALLE SERIANA (Bergamo.

UFFICI IN ROMA - Via XX Settembre, 3 - Tel. 93-66

AGENZIE DI VENDITA IN ITALIA:

TORINO – MILANO – GENOVA – BRESCIA – TRIESTE
BOLOGNA – FIRENZE – NAPOLI
PALERMO – CAGLIARI

RAPPRESENTANTI ALL'ESTERO:

Austria: VIENNA — GUGENHEIMER, II - Franzensbrückenstr, 3
Belgio: WATERLOO — JOSEPH DELLEUR
Spagna: MADRID — C. CALAMARI - Avenida Conde Penalver, 21-23

Prodotti Speciali:

CILINDRI di ghisa fusi in Conchiglia per lamiere e laminati, fusi in staffa per profilati; cilindri per molini e cartiere.
RUOTE di ghisa temperata, Griffin. Ruote con centri in acciaio fuso o in acciaio laminato con cerchioni laminati, per locomotive, vetture e vagoni.
CERCHIONI greggi e lavorati, sciolti per ruote da ferrovia e tramvia.
SALE sciolte e montate con ruote di acciaio e ruote di ghisa per locomotive, vagoni e carrelli.
SALE A GOMITO per locomotive.
BOCCOLE, CEPPI per freno, ganasce in ghisa ed in acciaio.
MOLLE di qualunque tipo per ferrovie, tramvie, automobili.
GETTI di ghisa e di acciaio di qualunque peso.
LAMINATOI, presse, calandre, magli, trance, ecc.
ACCIAI speciali per utensili.
FERRI LAMINATI
BOMBOLE D'ACCIAIO – brevettate – in un sol pezzo per gas e liquidi compressi.

CESARE GALDABINI & C.

Costruzioni Meccaniche, Fonderia - GALLARATE

Impianti idraulici completi per Officine Ferroviarie:
per calettare e scalettare ruote sugli assali
per calettare e scalettare mandrini, ecc.
per la ricalcatura staffe delle molle dei veicoli

Macchine a spianare - curvare - tagliare lamiere

Impianti di trasmissione

Riparto per la fucinatura e stampatura del materiale ferroviario di piccola e grande dimensione ::

Pressa idraulica ns. Tipo P orizzontale speciale per calettare e scalettare le ruote sugli assali

Pressa idraulica ns. Tipo E R speciale per calettare e scalettare mandrini, ecc.

• Già fornitrice dei Cantieri delle FF. SS. •

Digitized by Google

Anno XII. - Vol. XXIV. 15 Agosto 1923 - N. 2

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Un nuovo ponte in Sicilia con cassoni di cemento armato

Manufatto a tre arcate in muratura di mattoni, ognuna di m. 15 di luce, sul torrente Oliveri al km. 172 × 150 della linea Messina-Bivio Fiumetorto tra la stazione di Oliveri e la fermata Falcone [1]

(Redatto dall'Ing. MICHELANGELO CARMINA per incarico del Servizio Lavori FF. SS.).

(Vedi Tav. IV a VI fuori testo).

La linea Messina-B. Fiumetorto al Km. 172 × 150 traversava il torrente Oliveri mediante un ponte a travata metallica di m. 26 di luce. La piena della notte dal 3 al 4 novembre 1914, verificatasi a seguito di un violentissimo temporale che imperversò in quella località per tutta la notte, verso le ore 4 del mattino ruppe ed abbattè, senza però averlo tracimato, il muro contenitore destro del torrente a monte del ponte ferroviario e disalveando, allagò la campagna mentre il filone si diresse contro la spalla lato Messina del ponte stesso e il rilevato ad esso adiacente, che corrose per circa m. 8 in guisa da interessare quasi i 2/3 della sua larghezza, e da formare un largo vano a tergo dalla spalla, profondo fin sotto le fondazioni della medesima.

Rimasto quindi interrotto il servizio, si diede mano subito alla costruzione di una passerella pedonale per il trasbordo dei viaggiatori; e per riattivare al più presto anche la circolazione dei treni si provvide alla sistemazione provvisoria del ponte utilizzando la travata esistente, che dal lato Messina si fece appoggiare su catasta di traverse, non essendo stato possibile utilizzare la vecchia spalla rimasta fortemente strapiombata verso il torrente ed inclinata verso monte.

Il servizio ferroviario si ripristinò il giorno 24 dello stesso mese di novembre.

Per la sistemazione definitiva del ponte venne in un primo tempo progettata la costruzione di una nuova travata metallica di m. 50 di luce su spalle da fondarsi col sistema ad aria compressa, mantenendo l'esercizio ferroviario, durante tale esecuzione, su apposita deviazione provvisoria con ponte in legname a 10 luci di m. 6 ciascuna da costruirsi a valle, eliminando così il brusco restringimento dell'alveo in corrispondenza del vecchio ponte (vedasi tav. IV).

[1] Sull'argomento dei cassoni di cemento armato per fondazioni pneumatiche, cui la presente memoria specialmente si riferisce, si richiama l'altra memoria relativa alle fondazioni del nuovo ponte sul fiume Ombrone presso Grosseto, pubblicata nel numero di marzo 1922 di questa rivista.

Digitized by Google

Ultimata la deviazione, trattavasi di provvedere alla costruzione del nuovo ponte, ma per le gravi difficoltà dipendenti dalla guerra, il lavoro dovè essere rinviato.

Soltanto nell'aprile 1920 si potè por mano alla esecuzione delle fondazioni pneumatiche, mentre si facevano trattative per l'appalto della travata metallica che avrebbe dovuto essere montata in opera dopo ultimate le spalle.

Senonchè, avendo il costo del ferro raggiunto in quell'epoca limiti eccezionalmente elevati, si trovò la convenienza di modificare il progetto originario costruendo, invece

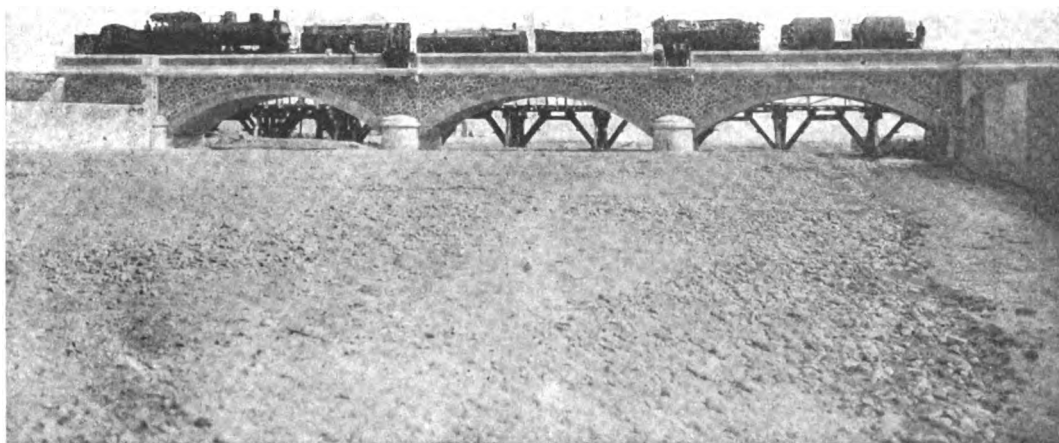



Fig. 1. — Nuovo ponte in muratura a tre luci di m. 15 ciascuna sul torrente Oliveri sulla linea Messina-Bivio Fiumetorto, fra la Stazione di Oliveri e la Fermata Falcone.

della travata metallica di m. 50 di luce, tre arcate in muratura di mattoni di m. 15 ciascuna (fig. 1) e sopraelevando al tempo stesso la livelletta sul ponte di un metro circa (vedasi tav. IV), visto che tale modificazione era consentita dal regime del torrente e dalle condizioni altimetriche delle linea. Anche per i due piedritti intermedi, che si rendevano necessari col nuovo progetto, si previde il sistema di fondazione ad aria compressa, mentre per le spalle, essendo già stati costruiti i cassoni secondo le prime previsioni, si venne nella determinazione di provvedere all'ingrossamento richiesto dalla modificata struttura del ponte mediante la costruzione di retrospalle fondate su palificazioni.

* * *

I cassoni, delle dimensioni di n. 8 × 3,60 per le spalle e di m. 9 × 4 per le pile, si costruirono in cemento armato con coltello metallico formato con tagliente in lamiera di ferro di 300 × 12 rinforzato da apposito cantonale in ferro di $\frac{120 \times 120}{12}$, all'aletta oriz-

Digitized by Google

zontale del quale è collegata a mezzo di un angolare ottuso di $\frac{40 \times 40}{4}$ altra lamiera di 180 × 4 che segue la pendenza della parete interna del cassone. Fra le dette lamiere si innesta la parete del cassone. Il collegamento della parete del cassone al coltello è affidato a chiavarde *a*, che collegano le lamiere suddette, ed a tiranti uncinati *b* attaccati con dado a vite all'angolare del tagliente (vedasi tav. VI).

L'ossatura principale dei cassoni (figg. 2 e 3) è formata da elementi predisposti fuori opera così costituiti: quelli delle pareti, da una barra verticale da mm. 20, che

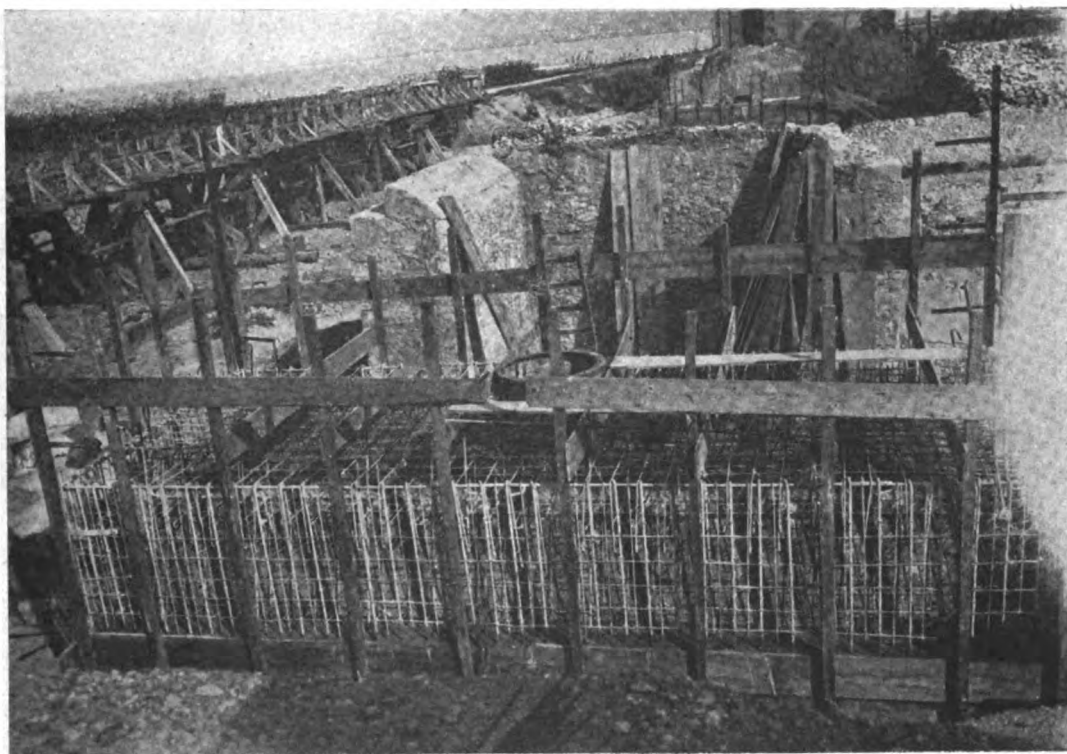



Fig. 2. — Ossatura metallica dei cassoni.

segue il paramento esterno del cassone, e da una barra inclinata da mm. 10, che segue il paramento interno dello stesso, collegati tra loro da un tondino da mm. 5 disposto in modo da formare nell'insieme un leggero traliccio; quelli del soffitto, da una barra da mm. 12 presso la superficie superiore del calcestruzzo, e da una barra da mm. 12 presso la superficie inferiore, collegate tra loro da staffe di tondino. L'armatura delle pareti è collegata a quella del soffitto dai ganci terminali delle barre.

I vari elementi delle ossature metalliche, sia delle pareti sia del soffitto, distanti cm. 20 l'uno dall'altro, sono collegati tra loro da tondini da mm. 5 di diametro e tondi di mm. 20; tra gli elementi stessi sono stati intercalati, presso il paramento esterno delle pareti e presso la superficie inferiore del soffitto, altri tondini da mm. 12 per contenere il lavoro del metallo dentro i limiti consentiti.

Gli spigoli verticali dei cassoni e delle soprastanti murature furono protetti da cantonali in ferro.

Digitized by Google

Ad evitare il pericolo di distacchi nelle murature dei piedritti durante la discesa dei cassoni si ebbe cura di collegare a questi le murature stesse mediante tiranti metallici da mm. 20 di diametro. L'interesse di tali tiranti è di m. 1,00 circa. Per facilitare la discesa dei cassoni, le pareti esterne di essi e del blocco murario soprastante furono intonacate con cemento ben lisciato.

Nella tavola VI, sono indicati i dettagli di esecuzione dei cassoni suaccennati e sono pure riportati i relativi calcoli di stabilità.

In tali calcoli si ammise che il cassone potesse spingersi sino alla quota di (– 9,00)

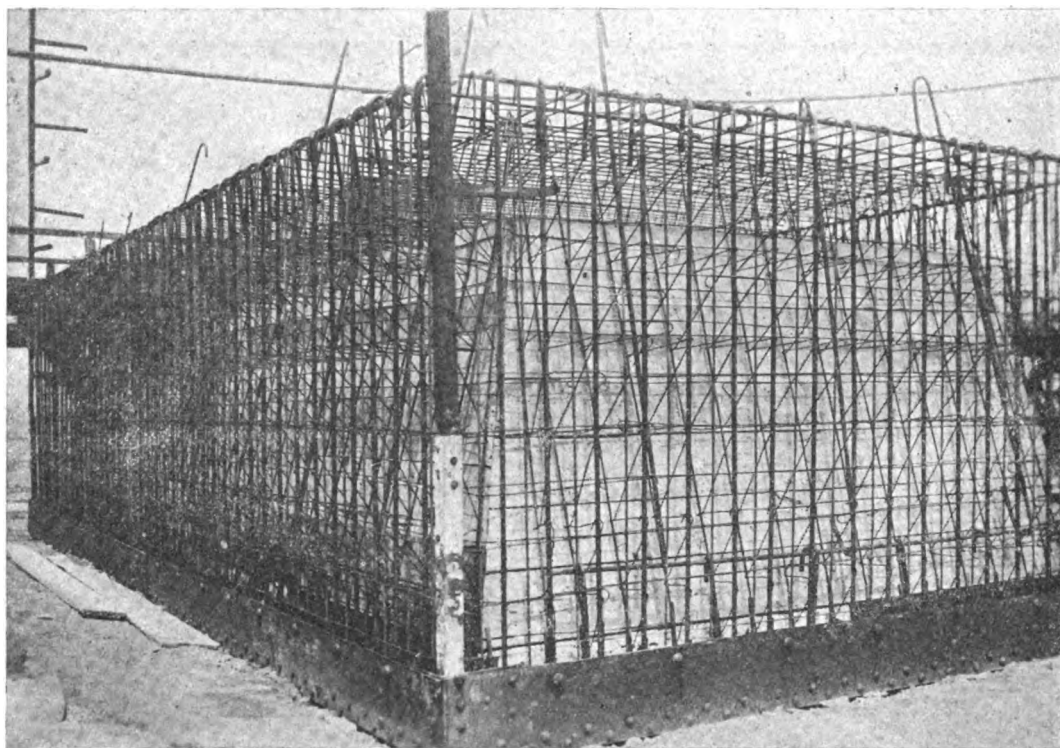



Fig. 3. — Ossatura metallica dei cassoni.

per tener conto di un eventuale maggiore affondamento dello stesso rispetto alla quota (– 8,00) prevista nel progetto, e si ammise pure che nella camera di lavoro esistesse la pressione atmosferica (condizione eccezionalmente sfavorevole) e che sul soffitto gravitasse la porzione di muratura data dal triangolo rettangolo isoscele avente per ipotenusa la distanza in sommità delle pareti.

* * *

I lavori per le fondazioni delle due spalle e della pila lato Palermo, che si spinsero sino alla quota di progetto (– 8), procedettero regolarmente, impegnando 80 giornate per ciascuna. Invece per la pila lato Messina l'affondamento del relativo cassone, iniziatosi nell'aprile del 1921, subì un gravissimo ritardo per le seguenti difficoltà.

A poca profondità sotto il letto del torrente si rinvennero le murature della vecchia spalla che impegnavano la sede della nuova pila per circa m. 2 dalla fiancata lato Mes-

Digitized by Google

sina del cassone. Si dovettero quindi ritagliare dall'interno le murature anzidette, nonchè all'esterno fu necessario ancorare la rimanente parte della vecchia spalla alla nuova con robusti tiranti di ferro, per evitare che rovesciandosi contro il cassone impedisse la regolare discesa dello stesso. La tensione di tali tiranti si regolava a mezzo di appositi tenditori inseriti nei tiranti stessi. Col procedere dell'affondamento si rinvennero inoltre negli scavi massi murari provenienti dai vecchi muri andatori portati dai gorghi della piena che distrusse il ponte.

Il 26 ottobre 1921 i lavori di affondamento di detto cassone, già spinto alla quota (– 4,50), si dovettero sospendere per riparare ai danni arrecati alle opere in corso ed agli

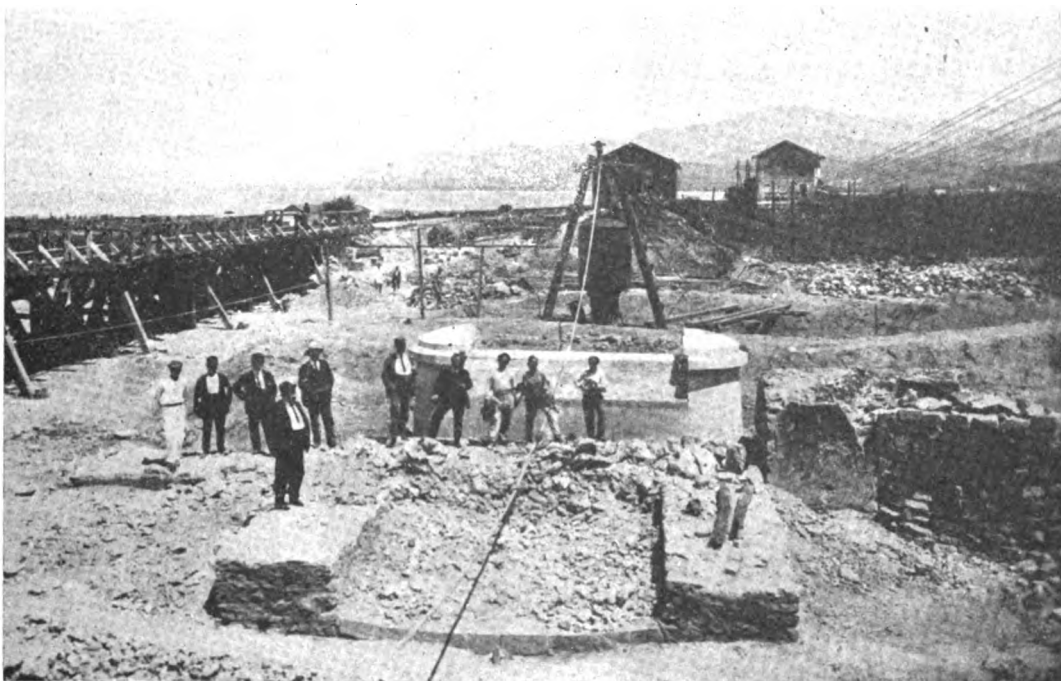



Fig. 4. — Le fondazioni in corso di esecuzione.

impianti da una forte piena, la quale riempì di materiale parte della camera di lavoro, nonchè gli scavi attorno alle murature della pila fatti per facilitare la discesa del cassone ed inoltre asportò parte della tubazione dell'aria compressa e danneggiò le impalcature di servizio. Ripristinati gli impianti e ripresi i lavori, venne continuata la discesa del cassone; che si portò con grandi stenti sino alla quota (– 5), essendosi dovuto rimuovere dei grossi trovanti che la piena del 26 ottobre suaccennata aveva incuneato attorno alle murature della pila. Ma il 20 novembre 1921 i lavori dovettero sospendersi una seconda volta per nuovi gravissimi danni recati alle opere in corso da altro terribile temporale.

Il torrente, eccezionalmente ingrossato, trasportò in quella occasione un gran numero di grossi blocchi che abbatterono la capra in legno, montata sulla pila in corso di esecuzione per il sollevamento della camera di equilibrio occorrente all'allungamento delle caminate, squarciarono la camera di equilibrio aprendovi una breccia di m. 1 × 0,40

Digitized by Google

(vedasi fig. 5), asportarono le murature da poco eseguite sulla pila, riempirono gli scavi interni ed esterni del cassone e danneggiarono le tubazioni dell'aria compressa. Restaurate le opere danneggiate, sostituita la camera di equilibrio con l'altra che si aveva disponibile in cantiere e ripristinati gli impianti, si ripresero i lavori di affondamento del cassone, ma in principio con esito negativo, giacchè i grossi blocchi che erano stati trasportati dalla corrente, spinti con veemenza contro le pareti della pila, si erano incuneati nella stessa attanagliandola come in una morsa. In un primo tempo si tentò di estrarre tali blocchi, ma ciò non fu possibile sia per il volume degli stessi sia perchè il ripetersi delle piene non consentiva di lavorare con la necessaria continuità nel letto del torrente; ed allora si volle tentare di smuovere il complesso di quei massi e di disimpegnare il cassone dalla loro stretta estendendo gli scavi sotto i coltelli all'esterno della camera di lavoro fino alla distanza di oltre un metro dal perimetro del cassone.

Fig. 5. — Camera di equilibrio squarciata dai massi trasportati dalla piena del 19-20 Novembre 1921.

Con tale provvedimento si ottenne la ridiscesa lentissima graduale del cassone sino alla quota (– 7) che fu raggiunta alla fine del febbraio 1922. Dopo tale data, malgrado gli scavi all'interno del cassone si spingessero altre il metro di profondità sotto i coltelli, il cassone rimase fermo.

Il 4 marzo 1922 si notò una lesione nella parete lato Messina della pila, lesione che, iniziandosi (fig. 6) verso la metà della caminata discendeva con inclinazione verso monte inoltrandosi nelle parti nascoste in fondazione. Si sospese subito l'escavazione nella camera di lavoro e si eseguì la sottomurazione del cassone dalla quota (– 7) alla

Digitized by Google

quota (– 8) circa mediante sacchetti ripieni di calcestruzzo di cemento, i quali vennero disposti sotto i coltelli, come è indicato nella tav. VI; in tutto si impiegarono 1200 sacchetti. Durante tale lavoro la lesione sopradetta si accentuò ed altra se ne manifestò nel senso parallelo e poco distante dalla prima. Per accertare l'entità e la posizione di dette lesioni nelle parti entro terra, non essendo stato possibile abbassare il pelo d'acqua esterno della pila a mezzo di pompatura a mano, si dispose, essendo stata

Fig. 6. — Lesioni della pila lato Messina.

già completata la sottomurazione, di riempire senz'altro con calcestruzzo la camera di lavoro e di smontare la caminata per esplorare la cavità cilindrica della pila.

Per eseguire tale esplorazione, col sussidio dell'aria compressa, la camera di equilibrio venne collegata ad apposito piastrone in ferro dello spessore di mm. 15 rinforzato da cantonali di ferro annegati in apposito solettone in calcestruzzo di cemento, sul quale si caricarono 50 rotaie da m. 9 (vedasi fig. 7) onde evitare il sollevamento della camera durante l'introduzione dell'aria compressa.

Con questo procedimento si poterono completare le indagini circa la entità della rottura verificatasi nella muratura della pila, venendosi poscia nella determinazione, in vista dell'andamento obliquo e della importanza del distacco, di provvedere alla demolizione e ricostruzione della zona dissestata (fig. 8).

La esecuzione del lavoro potè eseguirsi senza eccessive difficoltà, poichè mediante l'impiego di una pompa centrifuga da mm. 250 si riuscì a mantenere lo scavo all'asciutto pure essendosi dovuta spingere la ripresa delle murature fino alla quota (– 2).

Digitized by Google

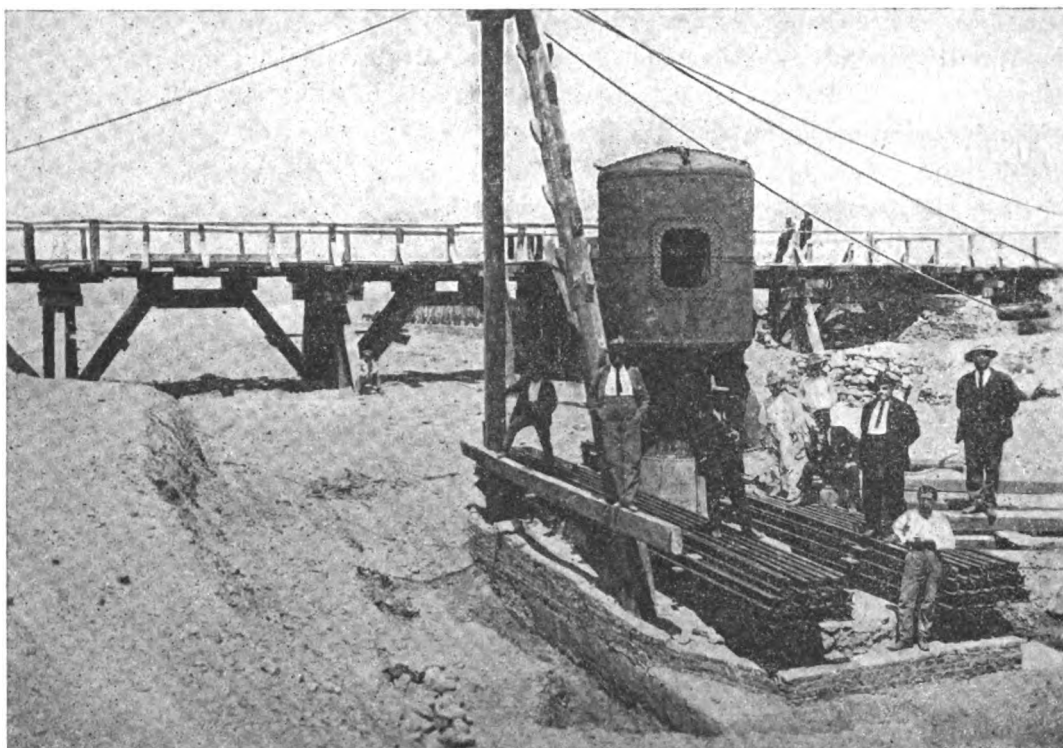



Fig. 7. — Camera d'equilibrio ancorata in zatterone di cemento per esplorazione delle lesioni.

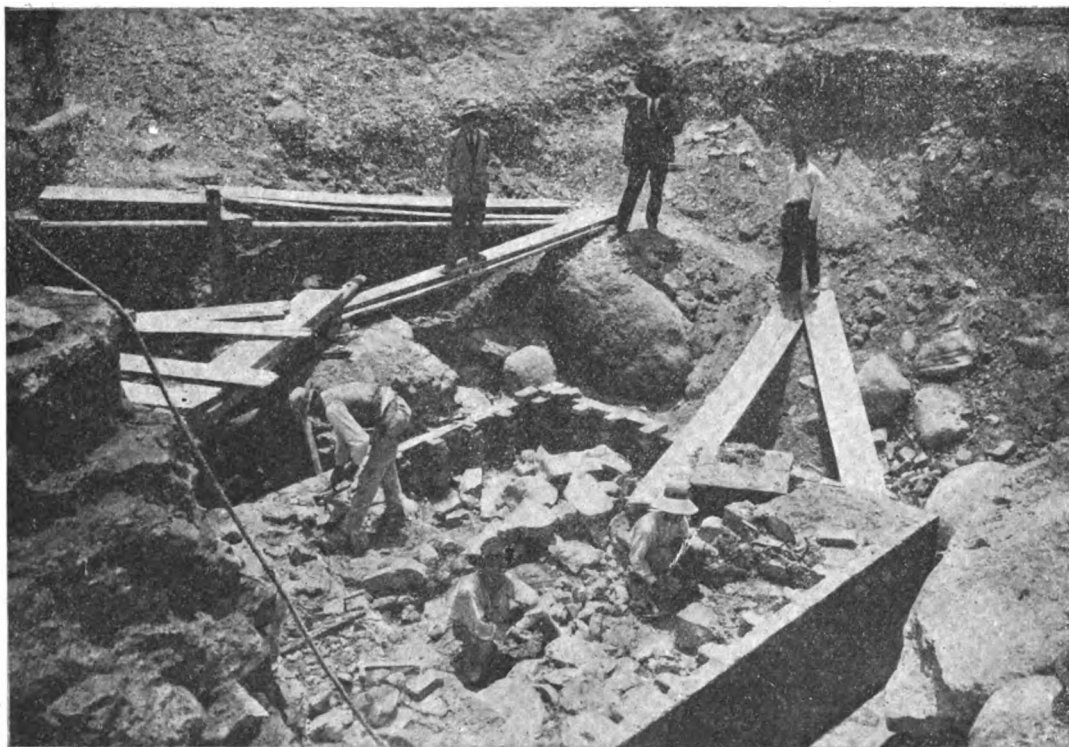



Fig. 8. — Ricostruzione della zona dissestata della pila lato Messina.

Digitized by Google

* * *

I volti in muratura di mattoni, ultimati due sulla fine di settembre e l'altro l'8 ottobre, furono disarmati rispettivamente il 21 e 30 ottobre 1922 ottenendo un abbassamento in chiave per ciascuna arcata di mm. 10 circa.

Il tipo di centina adottato è quello indicato nella tavola VI. Nelle prove di carico delle tre arcate, eseguite il 19 febbraio 1923 con una locomotiva gr. 420 che si fece sostare su ciascuna arcata, non si ebbero cedimenti apprezzabili.

* * *

I lavori sono stati eseguiti dalla Impresa Vitali Domenico e C. di Roma.

La navigazione francese sul Danubio.

Prima della guerra la bandiera francese non era rappresentata sul Danubio che da un rimorchiatore di 200 cavalli e una diecina di *chalands* della casa Dreyfus. La flotta ora esistente comprende 12 rimorchiatori di una potenza di 6.800 cavalli e 70 *chalands* di 63.000 tonnellate. Lo stato francese, per conservare ed estendere il commercio francese nell'Europa Centrale, ha suscitato la creazione di una Società di navigazione danubiana che è ormai un fatto compiuto sopratutto ad opera delle compagnie Fraispihet e delle *Messaggeries Maritimes*

Lo Stato francese assicura il suo appoggio ed esercita il controllo mediante l'Ufficio Nazionale della Navigazione. Fin da ora una merce spedita da Marsiglia raggiungerà sotto bandiera francese un punto qualunque del Danubio: Vienna, Presburgo, Budapest, Belgrado.

Una locomotiva a turbina per l'Argentina.

Seguendo l'iniziativa delle Ferrovie dello Stato Svedesi, il Governo della Repubblica Argentina ha ora ordinato una locomotiva a turbina tipo Ljungström (1) per le proprie ferrovie di Stato. La nuova macchina sarà per linee di un metro di scartamento e dovrà bruciare combustibile liquido, sul cui consumo la compagnia Ljungström ha garantito un'economia di almeno il 50 per cento durante la stagione fredda e il 40 per cento nell'estate rispetto alle locomotive ordinarie. Il peso totale della macchina, in ordine di marcia, sarà di circa 122 tonn. e la velocità massima di 66 Km. all'ora.

---

(1) Vedi questo periodico, aprile 1923, pag. 160.

Digitized by Google

Alcune prove di usura su zoccoli da freno in ghisa

(Studio del Dr. P. FORCELLA dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS.)

Per assicurare la resistenza e la durata delle diverse parti delle costruzioni meccaniche e delle macchine, è della massima importanza conoscere preventivamente le condizioni di fabbricazione e di lavorazione più atte a conferire alle parti stesse l'attitudine a resistere agli agenti esterni che tendono a snervarle, ad affaticarle ed a logorarle; ond'è che nello studio delle qualità dei materiali, e dei materiali metallici più specialmente, hanno preso grande sviluppo in questi ultimi anni le prove ad urto ed a sollecitazioni ripetute che tendono appunto a mettere in evidenza, in breve tempo, proprietà e difetti che hanno una diretta influenza sulla maggiore o minore durata dei materiali.

Minore diffusione hanno avuto finora le prove dell'usura per abrasione, quantunque si tratti di fenomeni che hanno una grandissima importanza nella pratica. Per limitarci al campo del materiale ferroviario basta por mente ai problemi che si collegano al comportamento di perni, di cuscinetti, di fasce elastiche, di ceppi da freni, di cerchioni, di rotaie, ecc.

Per corrispondere appunto ai numerosi quesiti che in tale campo vengono posti dai Servizi interessati, l'Istituto Sperimentale si è accinto all'esame di tali problemi ed ha studiato degli apparecchi specialmente atti alla esecuzione delle prove all'uopo necessarie; apparecchi dei quali riteniamo opportuno dare notizia in questa rivista, affinchè quanti si trovano, per le loro mansioni, in grado di constatare casi di anormale comportamento di materiali nell'uso corrente conoscano i mezzi di laboratorio di cui si dispone per ricercarne le cause e i risultati che coi mezzi stessi si possono conseguire.

Fig. 1.

B = Barretta da mm. 10×10×20 del metallo da provare.
P = Peso variabile.
V = Vite di sospensione.
S = Supporto superiore scorrevole verticalmente.
S' = Supporto inferiore dotato di movimento alternativo orizzontale.
A = Barretta di mm. 12×20×85 di metallo di tipo costante (acciaio al manganese, temperato).

Cominciamo col dare una breve descrizione di un apparecchio molto semplice (fig. 1 scala $^1/_{20}$) disposto per le prove di usura sia nel caso di attrito radente che nel caso di attrito volvente.

I due campioni di metallo fra cui si vuol sviluppare l'attrito radente o volvente per determinarne l'usura che ne deriva, vengono fissati a due supporti di cui uno superiore (*S*), scorrevole verticalmente e caricabile con un peso (*P*) variabile a volontà, ed uno inferiore (*S'*), do-

Digitized by Google

tato di un movimento alternativo orizzontale; questo supporto inferiore appoggia su tre cuscinetti a sfere collocati in modo che i punti di contatto si trovino disposti, secondo i vertici di un triangolo equilatero, simmetricamente rispetto all'asse del supporto verticale, secondo il quale si esercita la pressione del campione superiore sul campione inferiore.

Fig. 2. — Ingr. 100 Diametri. Attacco con acido picrico. Microstruttura di ghisa grigia dolce.

Grafite: in lamelle estese.
Ferrite: in grossi elementi.
Cementite: in piccoli grani isolati.
Perlite: in poca quantità

Naturalmente, quando si studia un determinato metallo, e questo si dispone ad esempio nel supporto superiore, l'altro campione applicato al supporto inferiore deve essere di tipo costante e, preferibilmente, — se non vi siano speciali ragioni in contrario — di acciaio al manganese temprato che si presta molto bene per la sua durezza e resistenza all'usura.

Il campione di metallo (A) applicato al supporto inferiore ha, in generale, la forma di una barretta rettangolare della sezione di mm. 12×20 e di una lunghezza non inferiore all'ampiezza del movimento oscillatorio del supporto, che è di 85 mm. Il campione di metallo (B) applicato al supporto superiore ha la forma di un corto prisma a sezione quadrata di mm. $10 \times 10 \times 20$ nel caso di prove di attrito radente ed ha la forma di un disco del diametro di mm. 80 e della larghezza di mm. 12, calettato su un perno solidale con gli anelli interni di due cuscinetti a sfere i cui anelli esterni sono fissati al supporto.

Nella figura 1 è rappresentato l'apparecchio disposto per la prova di usura per attrito radente su ghise per ceppi da freni.

Per tali prove sono stati scelti tre tipi di ceppi, di cui il primo aveva dato in servizio un consumo rapido, il secondo aveva avuto una durata media ed il terzo aveva presentato consumo limitatissimo.

Nelle prove questi tre campioni hanno dato dei consumi che sono perfettamente in relazione a quelli di fatto verificatisi in pratica; infatti, preso come 1 il consumo del

Fig. 3. — Ingr. 100 Diametri. Attacco con acido picrico. Microstruttura di ghisa grigia semidura.

Grafite: in piccole lamelle e ammassi.
Cementite: in granuli isolati.
Perlite: in prevalenza.

Digitized by Google

3° campione, i consumi del primo e del secondo sono rispettivamente come 3,47 e 2; ciò che dimostra come le condizioni di prova realizzate riproducano bene le condizioni di esercizio e permettano di esprimere numericamente i rapporti di durevolezza fra i diversi tipi di ghise.

Nel seguente prospetto sono riassunti, insieme ai risultati delle prove di abrasione, quelli delle prove di durezza Brinell, dell'analisi chimica e dell'esame micrografico.

Dal confronto di questi risultati si deduce che, dei costituenti della ghisa, quello che conferisce maggiore durata ai ceppi è la cementite.

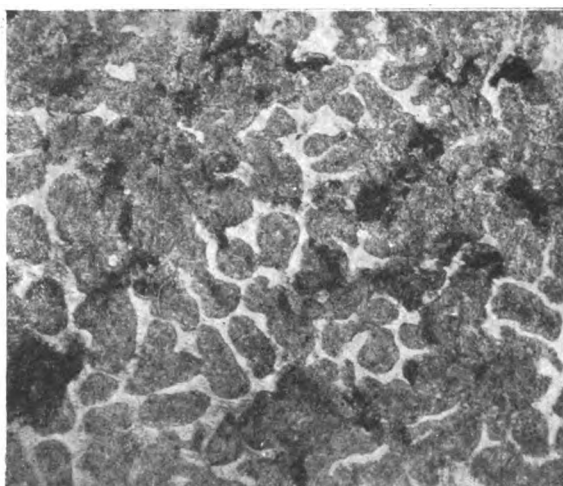



Fig. 4. — Ingr. 100 Diametri. Attacco con acido picrico. Microstruttura di ghisa grigia dura.

Grafite: in rari e piccoli elementi.
Cementite: in maglie.
Perlite: in prevalenza.

CAMPIONE	PROVE DI USURA			Numero di durezza Brinell con carico di 3009 Kg.	Analisi chimica (Dr. Sciarra)	ESAME MICROSCOPICO
	Carico per mm² di superficie	Numero dei giri della macchina con corsa di 85 mm.	Consumo del provino mm.			
Zoccolo di ghisa consumatosi rapidamente.	0,235	500	2.77	170	Carbonio totale 3,80 Carbonio grafitico 2,85 Carbonio combinato 0,95	Ghisa grigia dolce. Grafite: in lamelle estese. Ferrite: in grossi elementi intorno alla grafite. Cementite: in piccoli grani isolati. Perlite: in poca quantità (Ved. Fig. 2 ingr. 100 diam.).
Zoccolo di ghisa di media durata.	0,235	500	1,55	207	Carbonio totale 3,21 Carbonio grafitico 2,30 Carbonio combinato 0,91	Ghisa grigia semidura. Grafite: in piccoli ammassi e in lamelle. Cementite: in granuli numerosi e notevoli. Perlite: in prevalenza (Ved. Fig. 3 ingr. 100 diam.).
Zoccolo di ghisa di lunga durata.	0,235	500	0,77	251	Carbonio totale 3,05 Cerbonio grafitico 1,30 Carbonio combinato 1,75	Ghisa grigia durissima. Grafite: in rari e piccoli elementi. Cementite: in maglie notevoli. Perlite: in prevalenza (Ved. Fig. 4 ingr. 100 diam.).

Può, a prima vista, sembrare che a tale conclusione si dovrebbe giungere partendo dalla semplice nozione della durezza mineralogica della cementite; ma, in fenomeni così complessi, le deduzioni aprioristiche hanno ben poco valore, essendo facile trascurare

Digitized by Google

circostanze di capitale importanza. Per rimanere nel campo dell'azione di corpi di elevata durezza sparsi in una massa che li cementa possono avere grandissima importanza, nei riguardi della resistenza all'abrasione, sia la fragilità dei corpi stessi (proprietà che spesso accompagna l'elevata durezza) sia il grado di coesione fra essi e la materia che le circonda; possono aversi infatti rapidi consumi dovuti a fratturazione e a caduta di tali corpi duri, malgrado la specifica attitudine che hanno essi a resistere all'usura.

È quindi molto importante che dalle prove di laboratorio, perfettamente concordanti con le risultanze dell'esercizio, sia dimostrata l'influenza favorevole che esercitano *la quantità e la distribuzione a maglie della cementite*; ciò che può dare indicazioni molto utili da un lato circa la composizione chimica delle ghise per zoccoli da freni e le loro condizioni più utili di colata, e dall'altro circa le corrispondenti prescrizioni di capitolato.

Studi sul costo del personale nelle ferrovie americane.

La *Railway Age* del 5 maggio 1923, a pag. 1106, pubblica un grafico che mostra l'aumento percentuale rispetto al 1915 del compenso medio annuale riscosso dagli impiegati della 1ª categoria, esclusi i dirigenti, sulle ferrovie degli Stati Uniti. Sul grafico, oltre questa linea fondamentale, ve ne sono altre due: una che indica la variazione percentuale per il costo della vita; l'altra per il compenso *orario*, la quale permette di tener implicitamente conto del diminuito numero di ore di lavoro.

Il diagramma citato è stato dedotto da quello predisposto dal *Bureau of Railway Economics* in base ai dati forniti dalla *Intersate Commerce Commission* e dall'*United States Department of Labor*.

Digitized by Google

La Conferenza di Genova e l'Unione Internazionale delle Ferrovie (U. I. C.)

Nel numero dello scorso giugno accennammo alle missioni che la Conferenza di Genova aveva affidate alla Commissione Consultiva e Tecnica della Società delle Nazioni. Tali missioni risultano dalle risoluzioni adottate dalla Conferenza su proposta della propria commissione dei trasporti. Esse suonano, in sostanza, come segue:

1º Gli Stati europei devono perseverare negli sforzi diretti a restaurare o migliorare l'organizzazione delle loro ferrovie, dei loro porti, delle loro vie di navigazione marittima e fluviale. Che se tali strumenti economici non si trovassero in condizioni soddisfacenti, e se lo Stato interessato non disponesse di mezzi adeguati per conseguirne la restaurazione, dovrebbero essere adottate misure per procurargli l'assistenza necessaria.

2º È desiderabile che gli Stati europei firmatari della Covenzione di Barcellona (libertà del transito e regime delle vie navigabili d'interesse internazionale) le ratifichino senza indugio; e quelli non firmatari s'impegnino a metterne in esecuzione le disposizioni al più presto.

3º Gli Stati europei rappresentati a Genova prendono atto, con soddisfazione, dell'opera espletata a Barcellona, per quanto concerne il regime dei porti internazionali. Essi ritengono che sia desiderabile elaborare e mettere in vigore, nel più breve termine possibile, le convenzioni relative ai porti, alle ferrovie, ed alle vie fluviali, previste dai trattati di pace. Stimano egualmente desiderabile che, senza ritardo, siano messe in applicazione le raccomandazioni della Conferenza di Barcellona relative al regime internazionale delle ferrovie.

4º In attesa della nuova Convenzione sul trasporto per ferrovia dei viaggiatori, dei bagagli e delle merci gli Stati europei, le cui strade ferrate erano sottoposte al regime della Convenzione di Berna, dovrebbero impegnarsi a rimettere in vigore detta Convenzione.

5º La Conferenza prende atto con soddisfazione dell'assicurazione data dagli Stati firmatari degli accordi per la regolazione del traffico ferroviario internazionale, conclusi a Portorose, il 23 novembre 1921, chè essi hanno messo o mettono effettivamente in vigore i detti accordi. Gli Stati europei non firmatari degli accordi ne accettano i principî informatori, allo scopo di metterli in pratica nel più breve termine.

6º Senza pregiudizio delle disposizioni che precedono, affinchè sieno prese, senza ritardo, tutte le misure possibili atte a ristabilire il traffico internazionale, in condizioni almeno eguali a quelle dell'anteguerra, gli Stati rappresentati emettono il voto che le amministrazioni ferroviarie francesi convochino al più presto una conferenza di rappresentanti tecnici di tutte le amministrazioni ferroviarie d'Europa, e di altri paesi interessati. Detta conferenza sarà convocata: *a*) perchè le amministrazioni prendano immediatamente tutte le misure che sono di loro competenza; *b*) perchè i loro rappresen-

Digitized by Google

tanti s'intendano sulle proposte da presentare ai governi rispettivi per le misure che richiedono l'intervento governativo. Nella conferenza, che dovrebbe tendere a stabilire fra le amministrazioni ferroviarie la più stretta collaborazione, senza nulla sacrificare dell'autonomia di ciascuna rete, e rispettando le attribuzioni delle organizzazioni internazionali esistenti, i rappresentanti tecnici dovrebbero studiare, fra l'altro, la creazione di un organismo permanente per l'unificazione ed il perfezionamento delle condizioni d'impianto e di esercizio delle ferrovie, avendo di mira il traffico internazionale.

7º Dato che la restaurazione delle ferrovie e delle vie fluviali richiederà un certo tempo, si fa voto che sieno creati provvisoriamente trasporti automobilistici, ove ciò risulta desiderabile e pratico.

8º È desiderabile che gli organismi tecnici competenti della Società delle Nazioni sieno invitati: *a*) ad esaminare, di tanto in tanto, i progressi realizzati nella messa in pratica delle disposizioni previste dai punti precedenti; *b*) a convocare, a questo scopo, con l'assenso degli Stati interessati, speciali riunioni di esperti.

La Commissione Consultiva e Tecnica ha ritenuto che l'esplicazione di parecchi dei mandati affidatile dalla Conferenza di Genova può essere perseguita secondo i metodi già in uso nei rapporti coi diversi organismi internazionali (Ufficio Centrale di Berna, Commissioni fluviali, Associazioni ferroviarie) per averne informazioni e collaborazione. Che altri di detti mandati rientrano di per sè nella propria sfera d'azione, e formano oggetto del proprio lavoro interno, ancorchè non ancora intrapreso. Che infine una terza categoria di mandati, affatto nuovi, richiedevano un'azione permanente di documentazione e di esame della situazione materiale dei trasporti, come delle condizioni di traffico nei diversi Stati europei, la qual cosa poteva essere conseguita in modo diretto, per ogni paese, mediante stretti rapporti fra il Segretariato Generale ed i servizi interessati, colla collaborazione e per l'intermediario dei membri della Commissione, per gli Stati che vi erano rappresentati.

Particolarmente interessante è il punto 6º delle risoluzioni innanzi accennate. Esse hanno un contenuto puramente tecnico, che per altro, per l'estensione e l'importanza della materia cui si riferisce, assume un deciso aspetto politico.

Come si sa, una gran parte delle relazioni e dei rapporti fra le ferrovie europee, aventi parte al traffico internazionale, era ed è tuttora regolata mediante intese raggiunte nel seno di associazioni volontarie fra le dette ferrovie. Prime a dare l'esempio furono le amministrazioni ferroviarie tedesche, che si associarono nel famoso *Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen*, cui mano mano aderirono, per uno scopo o per l'altro, una gran parte delle ferrovie europee. Quelle che non aderirono all'associazione si trovarono nondimeno, per necessità di cose, più o meno costrette ad adottarne le conclusioni e le procedure. Sicchè, in fatto di organizzazione dell'esercizio ferroviario, prima della guerra, si poteva ben dire che il *Verein* tedesco marciasse alla testa delle ferrovie d'Europa.

Le compagnie ferroviarie francesi subirono la stessa sorte, e la relazione parlamentare sulla riorganizzazione del sistema ferroviario francese insiste non poco sulla « soggezione in cui le compagnie francesi erano venute a trovarsi di fronte all'audace invadenza del *Verein* tedesco ».

Digitized by Google

Era quindi naturale che l'esito della guerra tentasse la Francia ad assumere, nel campo ferroviario continentale europeo, quella posizione egemonica che la Germania era costretta ad abbandonare.

E così è sorta l'Unione Internazionale delle Ferrovie (U. I. C.), la cui organizzazione è stata foggiata sul tipo del ripetuto *Verein.*

L'U. I. C. è adunque un'associazione volontaria fra amministrazioni ferroviarie, e si propone, conformemente alla lettera istitutiva, l'unificazione ed il perfezionamento delle condizioni d'impianto e di esercizio delle ferrovie, nei riguardi del traffico internazionale europeo.

Le amministrazioni ferroviarie sono *membri* effettivi, con diritto di voto, plurimo, se esercitano almeno 1000 Km. di linea, a scartamento normale, in Europa, od anche fuori d'Europa, se le loro reti sono collegate alla rete europea. I vincoli di estensione e di larghezza di binario non sono imprescindibili per le amministrazioni le cui linee interessano il traffico internazionale europeo. Tutte le altre imprese di trasporto, aventi relazioni di traffico internazionale colle linee delle amministrazioni membri, possono essere ammesse, come *membri aderenti* a tutti i regolamenti ed istituti dell'U. I. C. od a parte di essi.

Gli organi dell'U. I. C. sono:

l'Assemblea Generale (A. G.);
il Comitato di Gerenza (C. G.);
l'Ufficio di Gerenza (B. G.);
il Segretariato Generale;
le Commissioni.

L'Assemblea Generale si compone di tutte le amministrazioni membri. Essa si riunisce in sessione ordinaria ogni cinque anni, a cura del C. G., che può anche convocarla in sessione straordinaria, d'iniziativa, o su richiesta di sei membri, appartenenti a tre paesi differenti, rappresentanti almeno un decimo dei voti di cui dispone l'A. G. Ogni membro dispone d'un numero di voti proporzionale all'estensione della rete esercitata. Il computo dei voti si fa sulla somma delle reti di ciascun paese, secondo una tabella riportata nello Statuto.

L' A. G. nomina, per dieci anni, i paesi o gruppi di paesi che devono esser rappresentati nel C. G., ed il paese chiamato alla presidenza dell' U. I. C. Le amministrazioni dello stesso paese scelgono fra loro chi deve farne parte, e fissano la durata del mandato. Il C. G. siede a Parigi, è composto di dodici membri ed un presidente. Fra i membri vengono scelti tre vicepresidenti.

Il C. G. può deferire il disbrigo degli affari correnti all'Ufficio di Gerenza, composto del presidente e dei tre vicepresidenti.

Il Segretariato Generale siede a Parigi ed è incaricato, sotto la direzione del C. G., della preparazione e del disbrigo di tutta l'azione dell'U. I. C.

L'organizzazione tecnica dell'U. I. C. è costituita dalle Commissioni, tante quante sono le principali categorie di affari. Attualmente sono cinque: 1ª Traffico viaggiatori; 2ª Traffico merci; 3ª Conti e cambi; 4ª Materiale mobile; 5ª Quistioni tecniche. I paesi che devono essere rappresentati nelle Commissioni sono designati ogni cinque anni dall'A. G. Le Commissioni discutono e deliberano sulle questioni che sono loro sottoposte dal C. G. ed elaborano le conclusioni che devono essere sottoposte all'A. G., le cui de-

Digitized by Google

cisioni sono impegnative per tutti i membri alle seguenti condizioni: che abbiano a favore i quattro quinti almeno dei voti a disposizione dei paesi presenti, e non dieno luogo ad opposizione, entro le cinque settimane dalla notifica del voto, da parte di almeno un decimo della totalità dei voti dell'U. I. C.; che le amministrazioni ottengano l'approvazione delle autorità amministrative o governative del loro paese, per le quistioni che esse sono tenute istituzionalmente a sottomettere alle dette autorità; che le decisioni non sieno contrarie alle disposizioni dei trattati esistenti od avvenire fra gli stati interessati.

L' U. I. C. è ancora ai suoi primi passi, ma è bene incamminata. Essa nasce sotto buoni auspici e può rendere ottimi servigi al traffico ed alle amministrazioni ferroviarie. Pochi sono i cómpiti nuovi cui essa si potrà dedicare, ma non ne mancano. Più che altro, almeno nei primi anni, tutta la sua azione sarà assorbita da un lavoro di unificazione e di generalizzazione cui essa è chiamata. E ciò richiede tempo, tatto e prudenza, per gli interessi cospicui che sono in gioco, la cui legittimità è fuori di discussione. Gli uomini che sono alla testa dell'U. I. C. danno buon affidamento, ed essi avranno bene operato ed avran già ben meritato se, senza scosse, senza soluzione di continuità, senza gravi sacrifici d'interessi da parte di chicchessia, avranno saputo metterla al posto delle tante organizzaziani esistenti, fra cui è oggi spezzettata l'azione delle ferrovie europee, che pure hanno lo stesso comune scopo, la regolazione del traffico internazionale.

L. B.

Digitized by Google

Carro-officina-alloggio per operai degli apparati centrali

(Redatto dal sig. GIUSEPPE PACETTI
per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle Ferrovie dello Stato).

(Vedi Tav. VII e VIII fuori testo).

L'esecuzione di impianti di apparati centrali e di blocco lungo le linee della rete richiede l'impiego di squadre piuttosto numerose e, quando tali impianti debbonsi eseguire in località nelle quali difettano officine meccaniche ed alloggi, si debbono superare gravi difficoltà sia nei riguardi dei lavori di adattamento dei pezzi da montare, sia nei riguardi dell'alloggio del personale operaio e dirigente le squadre; difficoltà quest'ultima che può essere superata solo facendo ritornare seralmente il personale in località dove sia possibile alloggiarlo. Ciò però è di pregiudizio all'economia del lavoro, giacchè la lavorazione viene a richiedere un tempo maggiore di quello che normalmente sarebbe necessario, non potendosi ottenere dal personale che giornalmente deve spostarsi dalla località del lavoro un normale rendimento.

Ad ovviare a tale inconveniente, il Servizio Lavori e Costruzioni ha potuto ottenere che gli siano assegnati per dette squadre alcuni carri opportunamente adattati ad officina ed alloggio, i quali, oltre che per gli accennati bisogni, servono egregiamente in casi di interruzioni di linea, di guasti di una certa entità, ecc.

Uno di tali carri è già stato attrezzato e precisamente quello portante la marca V^{c}_{of} 814000 (2) rappresentato dalla figura 1.

Esso è a doppia parete ed è costituito da 4 scomparti principali (vedi tav. VII) e precisamente:

1° una cabina con 4 cuccette e tavolo con piano pieghevole;

2° una parte centrale adibita ad uso Officina munita del macchinario strettamente necessario per le lavorazioni più comuni ed urgenti.

Fra questo scomparto centrale e quello della cabina a 4 cuccette si trovano affacciate la cucina e la ritirata;

3° una cabina a 2 cuccette;

4° un'altra cabina attigua alla precedente pure, con 2 cuccette.

Di massima la cabina a 4 cuccette sarà destinata agli operai mentre le altre due, a 2 cuccette ognuna, sono riservate al personale dirigente ed ai funzionari di passaggio.

Il carro è atto a viaggiare con qualunque treno, esso è provvisto dell'illuminazione elettrica e della condotta pel freno e pel riscaldamento.

I finestrini sono muniti di telai con reti metalliche per proteggersi all'occorrenza dalle zanzare nelle regioni malariche.

Come rilevasi dalla tav. VIII, ogni cuccetta è provvista di due materassi e due cuscini, di cui uno di lana ed uno di crine vegetale.

Il carro è corredato dei seguenti effetti letterecci: 16 lenzuola di cotone; 16 federe di tela bianca per guanciali; 16 coperte di lana per dormitori.

In corrispondenza a ciascuna delle cuccette inferiori esiste un armadio a doppio scomparto per il deposito della biancheria personale e vestiti: di tali scomparti uno serve a chi occupa la cuccetta inferiore e l'altro a chi occupa quella superiore.

Digitized by Google

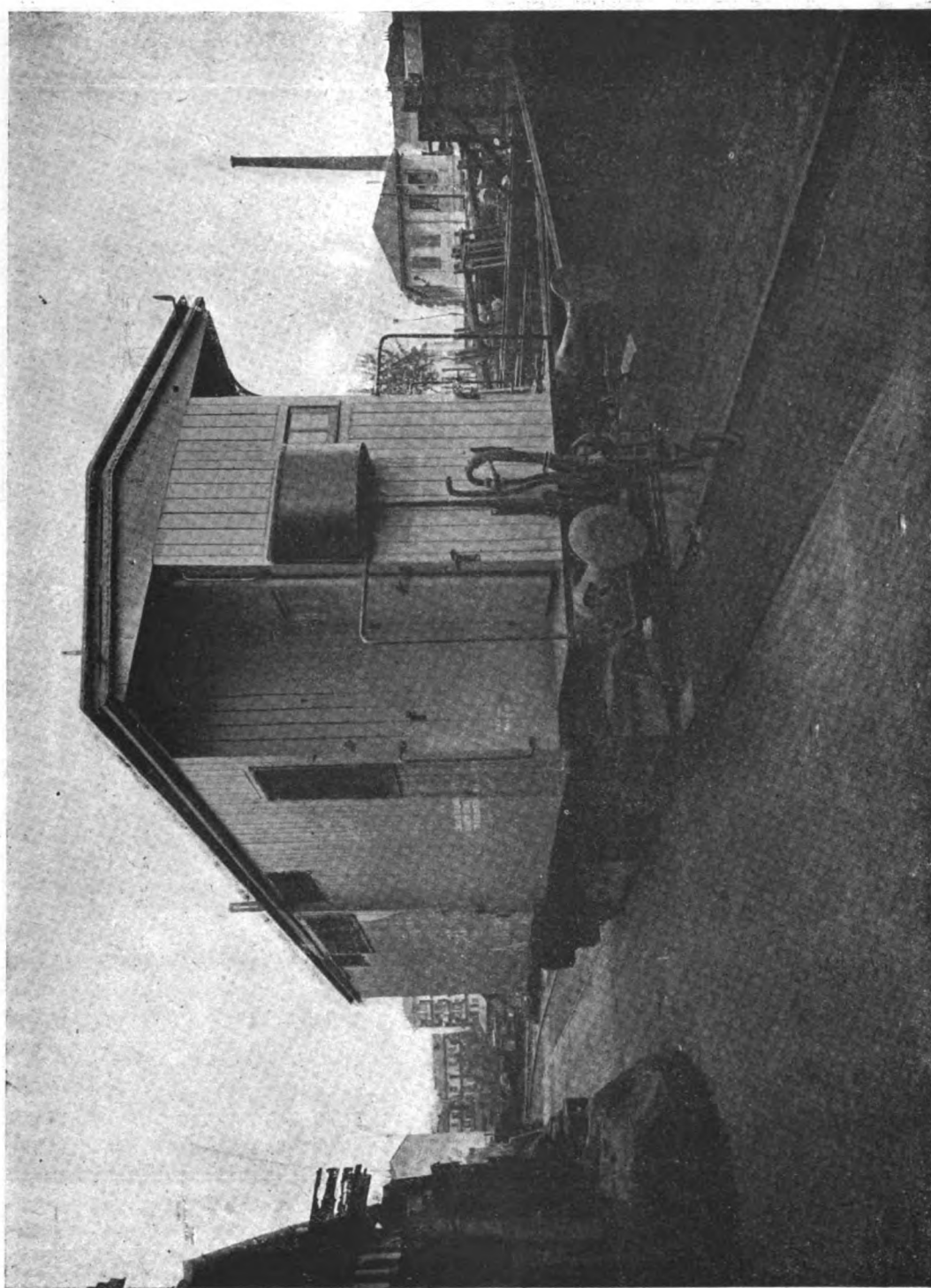



Fig. 1. — Esterno del carro.

Digitized by Google

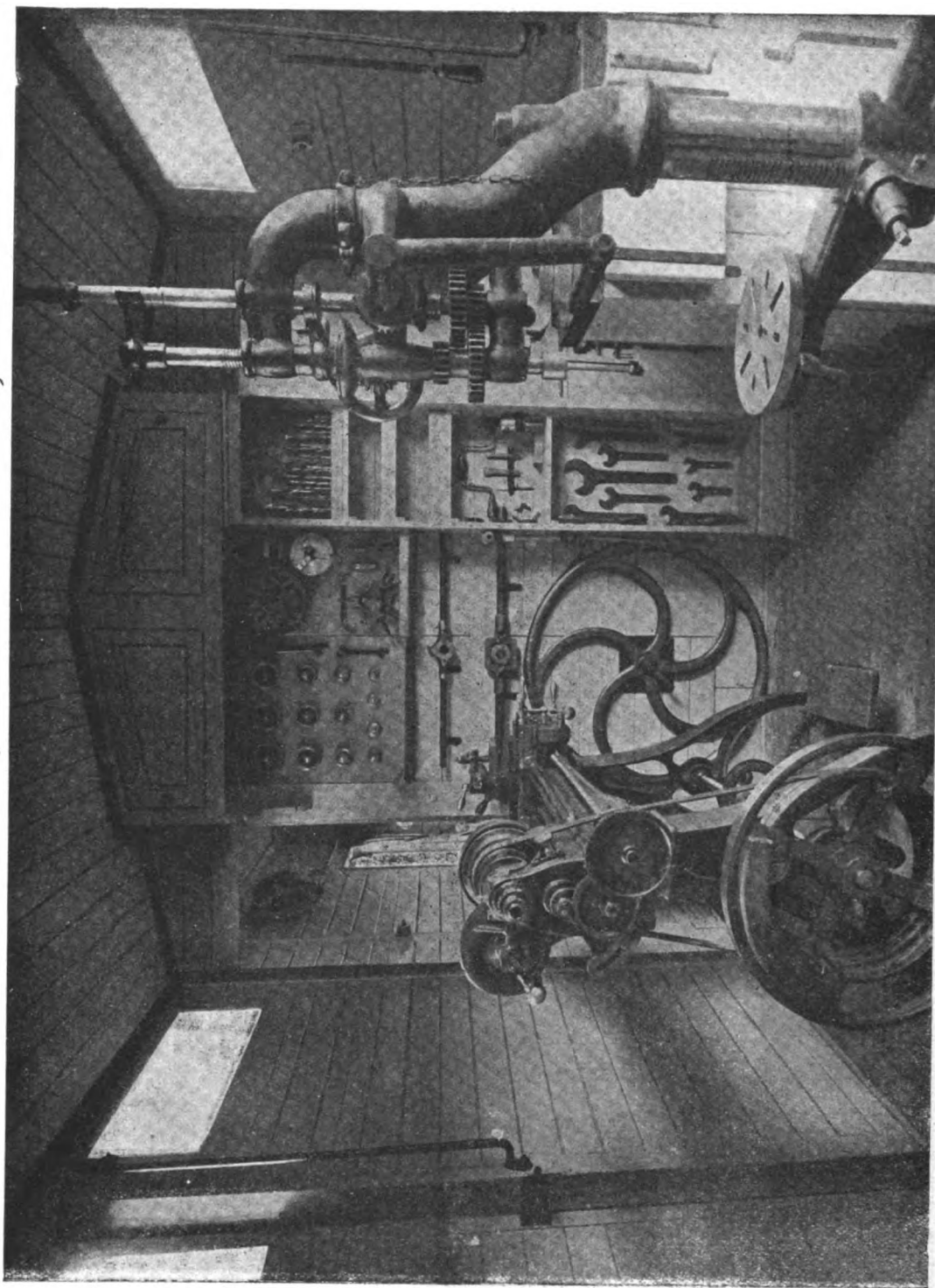



Fig. 2. — Interno del carro. Macchine ed utensili.

Digitized by Google

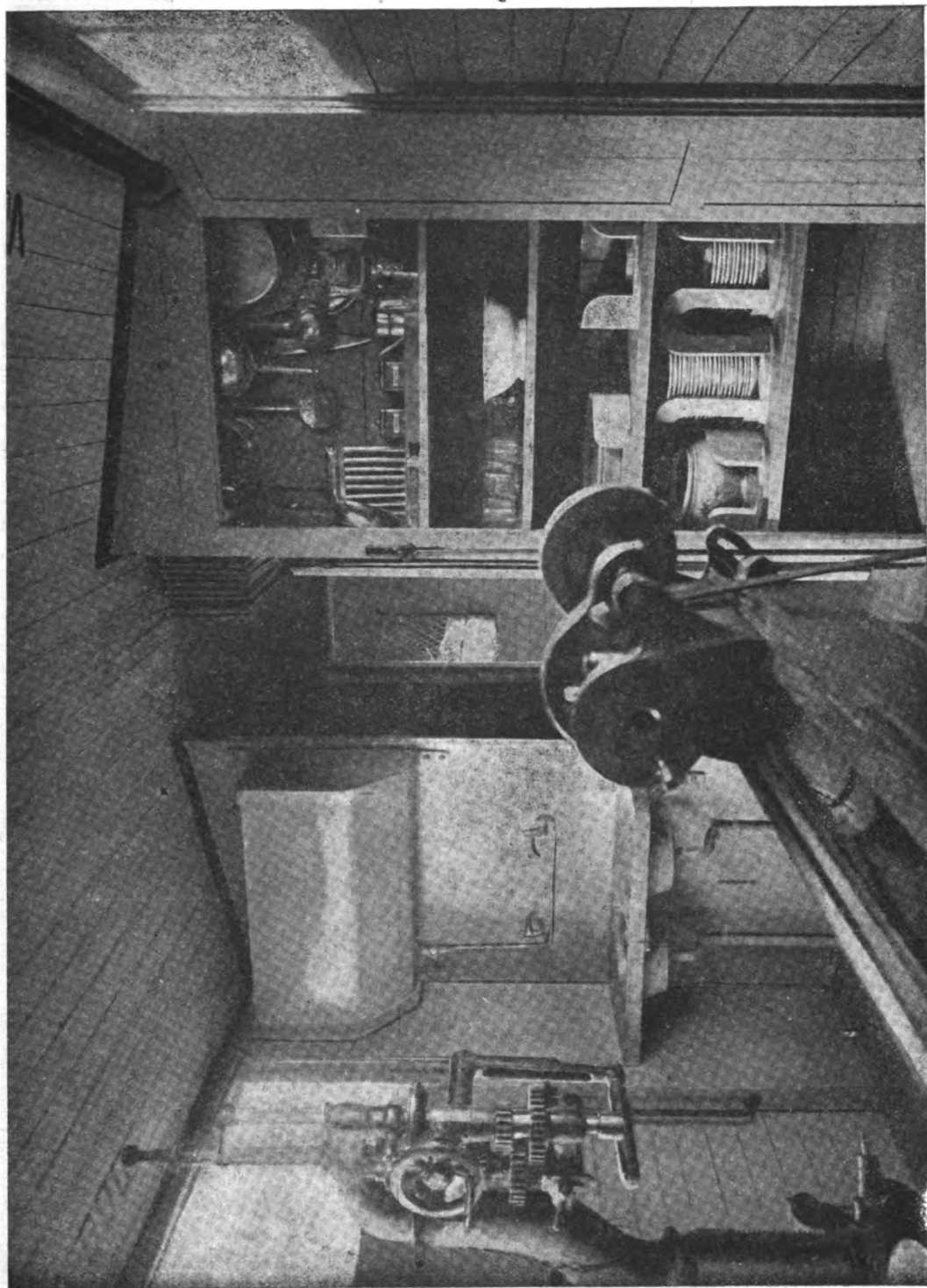



Fig. 3. — Interno del carro. Lavandino ed armadio stoviglie.

Digitized by Google

Nello scomparto della cabina a 4 cuccette esiste un tavolo col piano pieghevole per la refezione. Il carro è anche dotato di sedili di ferro pieghevoli in numero di sei, che vengono normalmente riposti in appostito gancio sopra all'armadio delle stoviglie (tav. VIII).

La cucina è di lamiera a due fornelli ed è provvista di apposita cappa, pure in lamiera, per lo sfogo delle esalazioni del combustibile.

La ritirata è del tipo comune delle vetture di III[a] classe.

Nello scomparto centrale trovansi i seguenti attrezzi:

a) un tornio di precisione a pedale col comando a mezzo di eccentrico collegato al pedale a mezzo di una robusta catena Galle guidata in un rullo di rinvio, sistema questo che permette un movimento più dolce e più uniforme del pedale.

Le dimensioni del pedale sono indicate per piccoli lavori di riparazione svariatissimi. La distanza delle punte e di mm. 750; il mandrino con foro di mm. 21 permette di eseguire lavori dalla barra, viti, ecc.

Il banco prismatico è munito d'incavo: la testa ha un'altezza di punte nel banco di mm. 130 e nell'incavo di mm. 190. Il fissaggio della contropunta sul banco è rapidissimo effettuandosi mediante leva ad eccentrico. Il diametro della piattaforma a 4 morsetti indipendenti è di mm. 220.

La larghezza dei gradini del cono è di mm. 35. Il tornio è inoltre munito di lunetta fissa e lunetta mobile, di una completa serie di ingranaggi di ricambio compreso quello di 127 denti per le filettature decimali, mandrino autocentrante da mm. 150 del tipo Wython, chiavi di servizio, ecc., custoditi in apposito armadio (fig. 3[a] tav. II).

b) un trapano a colonna con manovra a leva privo di nervature (ricettacolo di polvere e di sudiciume) facilmente lavabile. La manovra è dolcissima e si può colla massima facilità eseguire fori sino a mm. 35 di diametro, essendo provvisto di volano di considerevole diametro. Detto trapano è anche munito di portapunte tipo « Oneida » per poter eseguire fori di piccolo diametro.

Detto trapano è corredato di una serie di punte ad elica cilindriche che vanno da un diametro di mm. 4 a quello di mm. 30, punte che sono custodite nell'apposito armadio ove si trovano gl'ingranaggi del tornio.

c) Una morsa parallela « Universal » installata su apposito banco e costruita in modo da stringere tra le ganasce pezzi di considerevole lunghezza in senso verticale, cosa che non è possibile con le morse parallele comuni. Detta morsa è del tipo girevole per modo che quando non serve può essere ribaltata sopra il banco, lasciando libero il passaggio alla vicina cabina a 2 cuccette.

Nella parete attigua alla cucina trovasi il lavandino con sovrapposto serbatoio di acqua e dal lato opposto al lavandino l'armadio contenente le stoviglie necessarie per la cucina e la refezione.

Nella parte inferiore del carro sono infine state ricavate delle casse per il ricovero degli attrezzi più comuni ed indispensabili per apparati centrali, nonchè le materie di consumo (quali il carbone, l'olio, il petrolio, ecc.), le corde, scale di legno, fucina, incudine e relativo ceppo, ecc.

Apposite norme regolano l'uso di detti carri specialmente per quanto riguarda la conservazione, la pulizia e disinfezione.

L'attrezzatura di detto carro è stata eseguita dalle Officine del Materiale Mobile di Firenze P. Prato e completate, per quanto riguarda gli utensili e qualche lavoro di finimento, dalla Officina degli Apparati Centrali di Milano, alla quale il carro resta assegnato in dotazione.

Digitized by Google

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

Trattato moderno di materiale ed esercizio delle ferrovie (Ing. prof. FILIPPO TAJANI, *Esercizio Tecnico — Impianto delle stazioni*, Milano, Libreria Editrice Politecnica [260 × 180], II volume, p. 387, fig. 393, tav. VIII).

Nel dar notizia [1] del primo volume di quest'opera, dedicato alla parte economica, alla trazione ed al materiale, auguravamo che vedesse presto la luce il secondo volume, sin da allora promesso per la trattazione dell'esercizio tecnico e dell'impianto delle stazioni.

Son questi due titoli — allora notavamo — sotto cui si raggruppano molteplici e variamente connessi problemi, il cui studio organico, moderno e rigoroso suscita l'interesse delle cose nuove di cui tuttavia si è inteso lungamente il bisogno.

L'esercizio tecnico comprende, oltre i segnali e gli apparecchi di sicurezza, cui son dedicate ben 163 pagine, la composizione dei treni, gli orari, la circolazione dei convogli e del materiale. Questi capitoli non sono un arido riassunto delle norme che nella pratica si accumulano talvolta in disordine, si trasmettono per tradizione e sono sparse in regolamenti ed istruzioni di servizio. Essi invece vogliono coordinare e dimostrare i criteri fondamentali da cui originano le norme pratiche, limitando al puro necessario l'esemplificazione e lo studio integrale di queste; essi tendono cioè a foggiare nelle mani del tecnico gli strumenti per analizzare, valutare le regole in vigore e modificarle ed istituirne di nuove in relazione all'incessante mutare dei bisogni del traffico. Non mancano, certo, i dati numerici, ma ve ne sono soltanto quanti e quando occorrono realmente a fissare le idee, come, ad es., per la durata delle soste dei treni, per la capacità e portata dei carri.

Con l'opportuno uso della rappresentazione grafica è reso molto chiaro lo studio della circolazione dei treni e delle variazioni che può subire la potenzialità di una linea al cambiare del numero, del senso e della velocità dei convogli. L'analisi è limitata ai casi elementari; ma i criteri che se ne ricavano costituiscono la guida migliore per orientare l'ingegnere nell'esame dei problemi pratici, che sono naturalmente molto complessi.

Sia in questa parte di sommo interesse dedicata all'esercizio tecnico, sia nel vasto campo dei segnali e delle stazioni, il quale implica necessariamente alcuni cenni descrittivi, il secondo volume è degna continuazione del primo, perchè ne conserva i pregi di metodo e di stile. Nel presentare tipi e apparecchi il Tajani esclude, olte tutto quanto è vecchio, incerto o troppo diverso dalle nostre esigenze, ciò che fa parte, nel programma di insegnamento in vigore per il Politecnico di Milano, del corso di costruzioni stradali e ferroviarie e si limita a quei dispositivi ed impianti che per la loro origine, per le modalità o varietà, sono intimamente legati alle condizioni del servizio e interessano specialmente il tecnico dell'esercizio ferroviario, in quanto egli si differenzia dai tecnici affini.

[1] Vedi questa rivista, giugno 1921, pag. 181.

Digitized by Google

I telai da locomotive.

Riteniamo opportuno riportare integralmente quanto il *The Locomotive* del 15 agosto 1923 scrive sul tipo di telaio a barre per locomotive, a proposito della Ferrovia Centrale del Brasile.

Parecchie macchine, fornite da una ditta tedesca, sono una copia del tipo americano con telaio a barre. In questi tempi in cui i telai a barre si possono fare con successo in acciaio fuso, non vi possono essere argomenti contrari alla loro adozione. Essi eliminano d'un tratto il complicato lavoro di lamiere e sagomati così difficile a conservare in buono stato di manutenzione specialmente poi quando non si ha disponibiie che mano d'opera relativamente poco abile.

D'altronde non è da credere che il telaio di lamiera sia così meravigliosamente superiore, come lo proclamano spesso quelli che non hanno alcuna pratica dei telai di barre.

Dove si hanno in servizio locomotive di entrambi i tipi, le rotture di telai si verificano altrettanto frequentemente in quelli di lamiere quanto in quelli di barre, col vantaggio che questi ultimi sono più facilmente riparati con saldatura ossi-acetilenica; il che è compito molto più semplice che non l'applicazione di una pezza su una fiancata rotta, senza contare che il primo lavoro può essere eseguito smontando molto meno organi della macchina.

Un altro punto da considerare è che in certi luoghi la pezza da applicare alla fiancata rotta deve essere fatta venire da fuori, e forse anche da luogo lontano, mentre il telaio di barre può essere senz'altro riparato sul posto.

I nostri costruttori di locomotive (inglesi *N. d. R.*) non possono anticipare una modificazione nelle condizioni di lavorazione, ma debbono essere preparati ad affrontarle ed a fornire locomotive in accordo ai desiderî di chi deve adoperarle, il quale sa ciò che più gli conviene e va a cercare chi gli dà ciò che egli desidera.

Le macchine con telaio di barre sono quelle che gli danno i minori disturbi, e nessuna considerazione può indurlo a mettere in servizio sulle sue ferrovie quelle con telaio di lamiere.

Una grande probabilità di concludere affari in locomotive si presenta alle ditte inglesi che produrranno locomotive con telaio di barre progettandole in modo che esse siano accessibili e di facile esercizio.

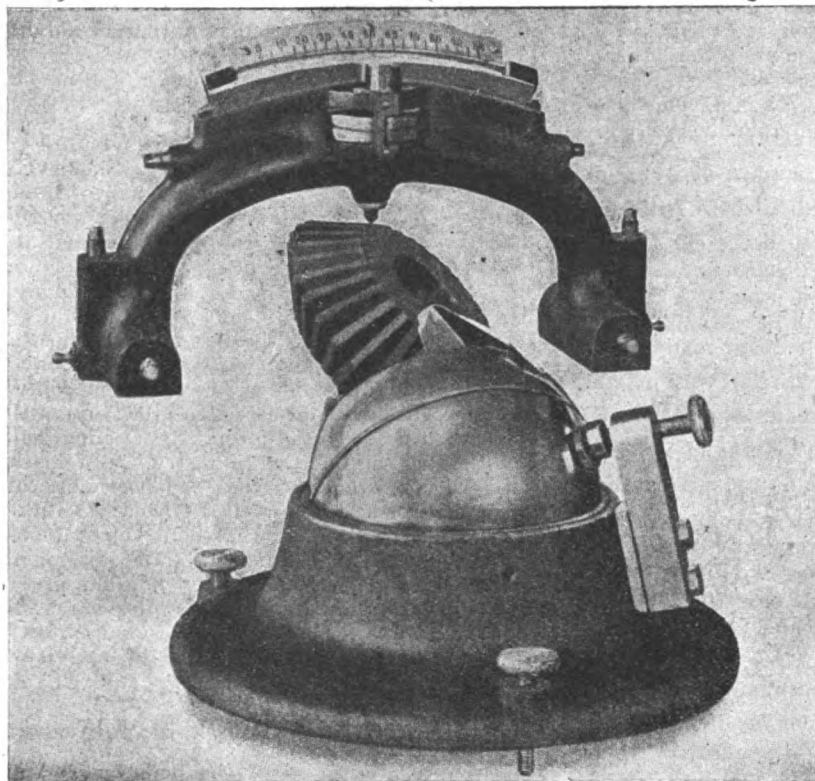
(B. S.) Il misuratore di durezza « Pendulum » (*The Engineer*, 13 aprile 1923, pag. 390).

L'apparecchio « Pendulum » ideato dall'Herbert e rappresentato nella figura, costituisce l'ultimo risultato degli studi che da tempo si vanno facendo per giungere a un dispositivo che permetta di misurare rapidamente e con sufficiente esattezza la durezza dei materiali; in particolar modo dei metalli adoperati per le costruzioni. È noto infatti che nessuno dei tipi principali di misuratori di durezza finora conosciuti dà risultati soddisfacenti. Certamente neppure il « Pendulum », come si vedrà, riesce a dare misure di un rigore assoluto; ma (a parte che gli errori sono assai meno sensibili di quelli dati dagli altri strumenti e che le misure sono enormemente più spedite) si deve considerare che tali errori possono dipendere anche dal fatto che la proprietà « durezza » non è neppure rigorosamente definita; potendosi piuttosto ritenere un complesso di proprietà variamente combinate e quindi differentemente misurate a seconda di circostanze alle volte inapprezzabili.

Il funzionamento dell'apparecchio è fondato, secondo quanto afferma l'Herbert, sulla teoria del pendolo composto; ma in verità tale teoria è applicata con tante e così late approssimazioni, da non potervisi quasi più riconoscere.

Il dispositivo consiste (vedi figura) in un complesso oscillante che viene posto a cavallo del campione che si deve saggiare. Il punto di contatto è costituito da una sferetta di rubino o di acciaio fissata ad una chiocciola al centro della parte inferiore del corpo oscillante. La sfera ha un diametro di 1 mm., e l'intero strumento può pesare o 2 o 4 kg. Tutte le dimensioni esterne delle due metà sono uguali; sei pesi, comandati da viti, sono situati nell'interno dello stru-

Digitized by Google

mento e servono a regolare il centro di gravità di esso, che deve esser fatto coincidere sempre con il centro della sferetta. Verticalmente sopra quest'ultima vi è un peso comandato da una vite. Sollevando od abbassando questo peso, il centro di gravità dello strumento può venire innalzato o abbassato dal centro della sfera di un tanto predeterminato, e misurabile mediante le graduazioni che si trovano sull'estremità del peso. Esistono inoltre un tubo a bolla d'aria e una scala montati in cima al corpo oscillante. La scala è graduata da sinistra a destra da 0 a 100.

Generalmente il peso graduato viene aggiustato in modo che il centro di gravità di tutto l'apparecchio stia $^1/_{10}$ di mm. al disotto del centro della sferetta; cioè esso sta per $^1/_{10}$ di mm. nell'interno della sferetta. Tale distanza di mm. 0,1 è stata chiamata impropriamente dall'Herbert « lunghezza del pendolo ».

Lo strumento può essere adoperato in due modi differenti: col metodo della scala e col metodo del tempo.

Il metodo della scala è il seguente: Si dispone prima esattamente orizzontale la superficie del campione che si vuol misurare.

Tale aggiustamento è facilitato dalla presenza della sfera che si vede nella parte inferiore della figura. Lo strumento viene quindi posato delicatamente sul campione in posizione orizzontale; cioè in modo che la bolla d'aria sia divisa per metà dal 50 della graduazione della scala. Si tira quindi da un lato lo strumento, finchè la bolla risulti in corrispondenza dello zero; quindi si lascia lo strumento libero di oscillare, e si osserva attentamente la posizione della bolla sulla scala alla fine della prima oscillazione. La cifra osservata rappresenta il « numero della scala della durezza » del campione.

Si osserva a tal proposito che più un corpo è duro, più lo strumento oscilla dopo che, portato allo zero, viene abbandonato a sè stesso.

Con il metodo del *tempo*, invece, lo strumento è posto sul campione con la bolla approssimativamente al centro della scala (50); esso viene quindi fatto oscillare toccandolo leggermente con una penna. Con un cronometro si misura il tempo impiegato a compiere dieci oscillazioni; tale tempo misura la durezza del campione. Quanto più tenero è il materiale, tanto minore è il periodo di oscillazione.

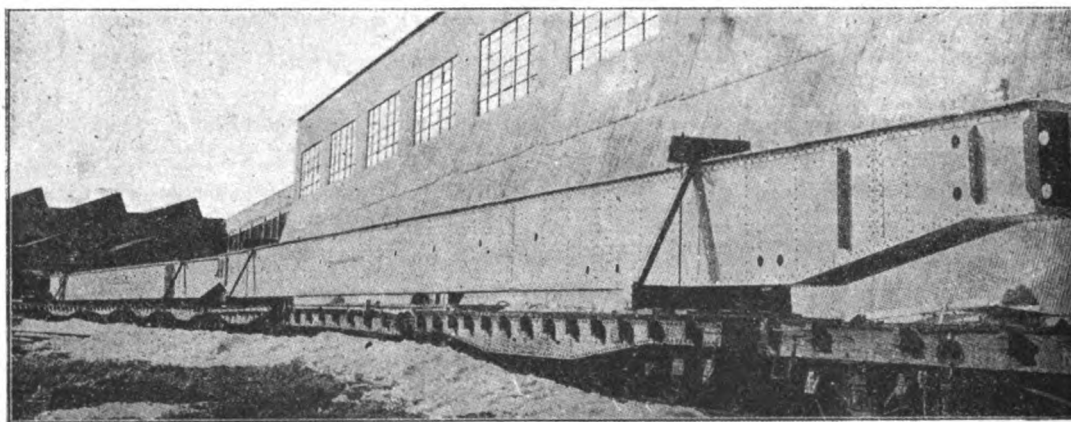
Digitized by Google

Quale dei due metodi sarà da adottarsi di preferenza? Si nota che, mentre le letture ottenute con il metodo del tempo pongono un certo numero di materiali, su cui sono state fatte le misure, nello stesso ordine in cui li pone il metodo della scala, le durezze relative indicate dai due metodi per ciascuno dei materiali sono abbastanza differenti tra loro. Senza perderci in discussioni, diremo solo che l'A. suggerisce di adottare sempre il metodo del tempo.

Anche la cosidetta « lunghezza del pendolo », che, come si è detto, è stata generalizzata in $^1/_{10}$ di mm., può essere in alcuni casi variata, riducendola a zero, o anche negativa. In tal caso lo strumento dà un risultato degno di nota: esso indica con grande amplificazione piccole differenze di durezza. Per esempio, mentre con « la lunghezza pendolare » di 0,1 mm. tre materiali diedero col metodo del tempo come cifre di durezza 57,58 e 62, con la lunghezza pendolare zero dette cifre divennero 66,70 e 75; mentre con lunghezza negativa 0, 1mm. le cifre divennero 77, 85 e 102. Si noti però che tale conseguenza del variare della « lunghezza pendolare » non si verifica ugualmente in tutti i materiali e nella stessa misura.

Molti altri lati incerti presentano le misure ottenute con il « Peudulum »; tali incertezze, però, mediante varie ed importanti considerazioni teoriche e, principalmente, mediante numerose e ben selezionate esperienze, potranno in gran parte venir dileguate. Resta in ogni modo il fatto che il nuovo strumento contribuisce alla soluzione del problema della misura di quella che siamo abituati a considerare « durezza » dei materiali.

(B. S.) Un trasporto di lunghezza veramente eccezionale. (*Railway Age*, 28 aprile 1923, pag. 1052).

Un altro trasporto che si può aggiungere alla serie di quelli eccezionali, cui spesso andiamo accennando in questa rubrica, è quello effettuato di recente in America e precisamente dalle Officine di Milwaukee, Società della Pawling & Harnischfeger, a Eola, presso Aurora, nell'Illinois. Si tratta di due emormi travi da grue ognuna lunga m. 50,30 e pesante circa 35 tonn. disposte una di seguito all'altra in modo, quindi, da impegnare una lunghezza complessiva di oltre 100 metri.

Si crede che esse costituiscano i pezzi più lunghi finora trasportati per ferrovia. Nove carri piatti a carrelli furono complessivamente impiegati per il trasporto delle due travi; quelli destinati ad ogni trave erano rigidamente accoppiati tra loro per assicurare uno stabile appoggio al carico. Ogni trave era fissato alle due estremità mediante due speciali attacchi, come si vede dalla figura.

Digitized by Google

(B. S.) Tavole annuali di costanti e dati numerici [1] (*Art. de l'ingénieur et métallurgie*, p. VIII-163. *Données numériques d'electricité, magnétisme et électrochimie*, p. VIII-151• [270 × 218], Paris-Gauthier-Villars).

Richiamiamo l'attenzione dei lettori su due fascicoli delle *Tavole annuali di costanti e dati numerici*, che già abbiamo segnalato nella bibliografia decimale dello scorso aprile.

Uno di essi è dedicato all'Arte dell'ingegnere e alla Metallurgia e comprende sopratutto valori relativi alla resistenza dei materiali e dati numerici diversi; l'altro contiene dati di elettricità, magnetismo ed elettrochimica.

Queste pubblicazioni son dovute dall'iniziativa assunta dal *Comité International des Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques de Physique, de Chimie et de Technologie*, di raccogliere per gruppi di anni tutta la documentazione numerica tanto scientifica quanto tecnica che nasce dalle innumerevoli determinazioni di laboratori ufficiali e privati ed è consegnata in raccolte speciali d'*accesso* spesso difficile, che restano quindi ignorate dalla maggior parte dei tecnici Pubblicazioni che sono *estratti del 4º volume* delle *Tables Annuelles*, apparso, dopo nove anni di interruzione dovuti alla guerra, a testimoniare la perseveranza dei collaboratori e la loro fiducia nella ripresa di un'opera sintetica di grande interesse scientifico e di efficace cooperazione internazionale.

Il primo dei fascicoli citati (*Art de l'ingénieur et métallurgie*) dà modo di seguire lo sviluppo avutosi negli anni dal 1913 al 1916 nello studio sistematico dei metalli e delle leghe, particolarmente dal punto di vista fisico, elettrico e meccanico e con la mira costante delle applicazioni tecniche più varie, dalle costruzioni ai tessuti, alle macchine, ai combustibili, ai prodotti refrattari, ecc...

Il secondo fascicolo (*Données numeriques d'électricité, magnétisme et électrochimie*) si riferisce pure al periodo 1913-1916 e fa vedere quale sviluppo si è verificato in quegli anni nel vasto dominio precisato dal titolo, in base allo spoglio dei periodici scientifici e tecnici del mondo intero, che nessuna biblioteca, e probabilmente nessuna città, può offrire tutti. L'opera ha anche un valore storico, in quanto costituisce un documento per stabilire le questioni che sono state particolarmente studiate, non tanto beninteso nella loro formulazione iniziale quanto nello stadio utile di concrete misure numeriche.

(B. S.) Come viene tenuto l'ufficio matricola nella Ferrovia London Midland & Scottish. (*Railway Gazette*, 11 maggio 1923, pag. 719).

La rivista inglese ricorda quanto sia difficile ottenere dagli uffici di matricola di grandi aziende, quali sono quelle ferroviarie, lavoro proficuo e sufficientemente esatto; e ciò perchè, dato il genere del lavoro, può avvenire che diversi impiegati si intralcino reciprocamente. Donde la necessità di studiare in tutti i particolari il sistema più adatto caso per caso per raggiungere la massima economia di uomini, mobilio e locali.

La Divisione Ovest della ferrovia London Midland and Scottish, preoccupata di ciò, ha adottato da tempo, nel suo *ufficio personale* (Staff department), uno speciale sistema, fondato sul ben noto principio dell'eliminazione di qualsiasi lavoro materiale o mentale inutile; sul principio, cioè, oramai generalmente conosciuto come quello dell'*organizzazione scientifica*.

---

[1] Il Comitato che pubblica le *Tables Annuelles* ci comunica che, per facilitare la diffusione di queste opere, ha stabilito di praticare una riduzione del 30 % sul prezzo, e cioè di cedere ciascun fascicolo rilegato o meno per franchi 28 o 21 invece che per fr. 40 o 30. (Segretario *C. Marie* — Rue de Bagneux, 9 — Paris — VI).

Digitized by Google

La speciale scrivania-scaffale rappresentata dalla figura dà subito un'idea del sistema. Sono aboliti, come si pratica ormai dappertutto, grossi libri, faticosi e malagevoli a consultarsi, fonte di enormi perdite di tempo per trovare il nome o la notizia che si ricerca. Si adottano invece cartellini disposti a comoda portata di mano, ai due lati dell'impiegato, nello speciale mobile (unit record desk) il quale è così congegnato, che può ingrandirsi o impicciolirsi a seconda del bisogno. I cartellini sono di tre tipi indicanti: uno, in ordine alfabetico, il personale occupato in ciascuna stazione, deposito o ufficio; il secondo, disposto per ordine di gradi, il numero di impiegati di ciascuna stazione ecc, con i cambiamenti che man mano avvengono; il terzo contiene la storia del servizio prestato da ciascun impiegato. Anche la disposizione relativa dei detti gruppi di cartellini è opportunamente studiata; inoltre, per facilità di ricerche, nel secondo tipo di cartellini è adottato un colore per ognuno dei gradi; sicchè è enormemente spedita la identificazione della notizia che si cerca. Ogni variazione è immediatamente riportata sui tre cartellini relativi; sicchè la matricola è sempre perfettamente aggiornata.

(B. S.) Rinforzo del ponte Trisanna (*The Engineer*, 1 giugno 1923, pag. 588).

Recentemente è stato portatto a termine un lavoro alquanto difficoltoso e che, per vari particolari caratteristici, si ritiene utile descrivere brevemente. Si trattava di rinforzare il ponte Trisanna (vedi fig. 1), sulla linea del passo di Arlberg tra Innsbruck e la frontiera Svizzera, per renderlo atto ad esser percorso da locomotori elettrici, che tra breve, in seguito all'elettrificazione della linea suddetta, sostituiranno le attuali locomotive a vapore, notevolmenre più leggere. Il lavoro fu eseguito senza interrompere il traffico normale sulla importante opera d'arte che ha una luce di 122 m. ed è sopraelevata sul fondo valle di circa 88 m.; inoltre, per risparmio di spesa, si dovette adottare, anzichè un'impalcatura poggiata sul terreno, una impalcatura pensile, analoga a quelle che si adoperano nell'ordinaria revisione e riparazione dei ponti in ferro.

Le due travi *bowstring* esistenti furono rinforzate mediante altrettante travi dello stesso tipo, ma inversamente disposte, come è indicato nella fig. 2. Le nuove travi vennero collegate con le vecchie sia alle due estremità del ponte, che lungo la campata, a mezzo di montanti fissati negli attacchi delle catene di tensione con i montanti superiori esistenti. Il vantaggio

Digitized by Google

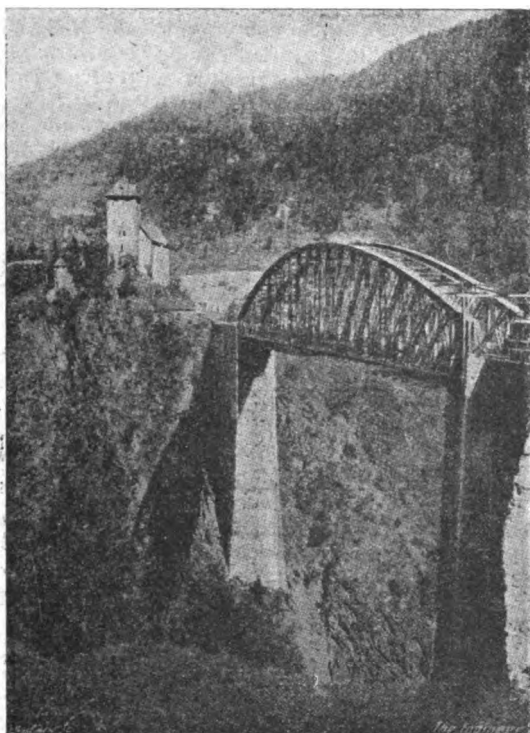



Fig. 1. — Il ponte Trisanna prima del rinforzo.

che se ne ottiene è il seguente: il peso delle nuove travi produce uno sforzo di compressione nei tiranti inferiori delle vecchie travi, e così in effetto scarica queste ultime. Inoltre gli sforzi a cui sono soggetti i montanti verticali delle nuove travi sono trasmessi verso l'alto, fino alla parte superiore delle vecchie travi, in modo che anche queste membrature vengono alleggerite. Se le nuove travi fossero state semplicemente sospese al ponte, esse sarebbero rimaste attive soltanto al momento del passaggio dei treni, rimanendo ad aumentare invece, in tutto il tempo rimanente, il peso morto della costruzione. Ad evitar ciò, i montanti verticali vennero suddivisi in due parti, che, allontanate o avvicinate, potevano aumentare o diminuire la lunghezza complessiva della membratura. Durante la costruzione, dovendo tali montanti portare anche il peso delle travi in costruzione, le loro parti vennero provvisoriamente bullonate. Tale collegamento fu tolto dopo che le travi furono completate; e queste vennero portate fino alla posizione nella quale la loro flessione uguagliava la flessione che sarebbe stata data dal peso proprio. Vennero quindi nuovamente bullonate tra loro le due parti di ciascun montante, in modo che l'effettivo rinforzo delle vecchie travi entrò in funzione al passaggio del primo treno dopo la breve sospensione di traffico verificatosi per eseguire tali collegamenti. In seguito, le chiavarde (che erano state impiegate unicamente per diminuire l'intervallo di tempo di sospensione del traffico) vennero sostituite definitivamente con comuni chiodature. **Il successo dell'opera di rinforzo che abbiamo segnalato fu mostrato all'evidenza in base a esatte misurazioni, le quali rivelarono che gli sforzi, a cui erano soggette al passaggio dei carichi le vecchie travi principali, risultavano (dopo l'entrata in funzione delle nuove travi) esattamente ridotti alla metà; proprio come il calcolo aveva fatto prevedere.**

Fig. 2. — Il ponte a lavoro ultimato, con l'impalcatura non rimossa.

Digitized by Google

(B. S.) Le caldaie elettriche della "Laurentide Company.,, (*La Technique Moderne*, 15 giugno 1923, pag. 372).

La *Laurentide Company* possiede nel Canadà importantissime cartiere, le quali abbisognano per le varie lavorazioni di enormi quantità di vapore. Questo veniva fino a poco tempo fa prodotto intieramente per mezzo delle solite caldaie a carbon fossile; finchè, disponendosi nella stagione delle piene di una ingente potenza elettrica, si pensò di utilizzarla a mezzo di speciali caldaie elettriche, per la produzione del vapore.

Dette caldaie, due di numero, sono composte di tre fasi o elementi, collegati per mezzo di un collettore di vapore comune: ogni caldaia completa ha la potenza di 25.000 Kw.; esse sono quindi le più potenti finora in esercizio. Ogni caldaia ha la capacità corrispondente a circa 39 tonn. di vapore all'ora, l'acqua venendo vaporizzata a partire dai 100° C. La tensione adottata è di 6.600 volt. La figura indica schematicamente la sezione di una delle fasi o generatori di vapore elementari. L'elettrodo centrale è contornato da un cilindro metallico messo a terra (*elettrodo neutro*). Questo cilindro, come pure l'elettrodo propriamente detto, è forato, in modo da assicurare attraverso ad esso la libera circolazione d'acqua. La presenza di tale elettrodo neutro protegge il corpo di caldaia dal passaggio, tra esso e l'elettrodo, di una corrente a forte intensità, che potrebbe avere una energica azione distruttrice; oltre che esso serve a eliminare il pericolo dell'adescamento di un arco tra dette due parti di caldaia.

Ogni cilindro contiene nella parte superiore un tubo di presa di vapore, chiuso all'interno della caldaia da una calotta che fa l'ufficio di essiccatore. L'uscita del vapore avviene per mezzo di feritoie larghe 38 mm., praticate orizzontalmente nella parete del tubo. Le tre fasi di ciascuna caldaia sono collegate mediante tubi di 200 mm. di diametro, e privi di qualsiasi paratoia, a un collettore del diametro di 365 mm. munito di una paratoia d'arresto, di sei valvole di sicurezza e di una chiusura automatica. L'alimentazione dell'acqua è distinta per ogni fase o elemento di caldaia; e ogni tubo di alimentazione è munito di rubinetto di regolazione. Tutti gli organi di manovra e di controllo sono riuniti in un solo punto. In caso di brusca richiesta di vapore, l'operatore, constatata una leggera caduta di pressione, fa innalzare il livello d'acqua nel generatore; ciò che fa aumentare in pochi secondi la produzione di vapore. Alla messa in funzione dell'impianto sono sufficienti da 5 a 10 minuti per ottenere la pressione di vapore normale (0,7 Kg.). L'acqua di alimentazione giunge in basso, tra la parete del corpo di caldaia e un pezzo svasato, la cui superficie esterna si adatta alla forma della prima. Questo pezzo serve a dirigere opportunamente l'acqua verso le pareti della caldaia e nel senso della circolazione, che è indicata in figura con le freccie. Per effetto di tali dispositivi, il vapore viene prodotto con meno dell'1 per cento di umidità; e ciò anche nel caso del sovraccarico del 40 %, sopraccarico che quasi certamente potrebbe anche venir sorpassato, se le linee elettriche di alimentazione lo permettessero.

Fig. 1. — Sezione diametrale schematica di un elemento di caldaia.

Arr.ée du courant = Arrivo della corrente.
Sécheur = Essiccatore.
Vapeur = Vapore.
Niveau de l'eau = Livello dell'acqua.
Electrode = Elettrodo.
la terre = Alla presa di terra.
Gaine intérieur = Involucro interno.
Alimentation = Alimentazione d'acqua.
Purge = Scarico dell'acqua.

Ogni elettrodo è sospeso a tre aste che conducono la corrente elettrica; naturalmente, il numero delle aste è stato scelto solo in vista di assicurare la perfetta immobilità dell'elettrodo. Le aste attraversano isolatori di porcellana; i quali però saranno forse sostituiti da isolatori di quarzo, per evitare il deterioramento subìto dalla porzione di isolatore posta nella parte interna della caldaia, a causa dell'imman-

Digitized by Google

cabile proiezione d'acqua prodotta dall'ebollizione, con conseguenti depositi minerali e diminuizione di isolamento.

Notevolissimo è il risparmio nelle spese d'esercizio verificatosi dopo l'impianto delle caldaie elettriche suddette. Il carbone annualmente risparmiato ammonta infatti a 50,000 tonn. e la spesa d'esercizio diminuisce quindi di 500.000 dollari all'anno. Inoltre, mentre, con le caldaie elettriche, è sufficiente un accudiente per posto di lavoro, per ottenere la stessa quantità di vapore a mezzo di 14 caldaie, a carbone occorrevano 37 uomini; l'economia di spesa di mano d'opera ammonta così a 50.000 dollari. Dalle economie bisogna sottrarre la quota di ammortamento (20 % annuo) della spesa d'impianto (150.000 dollari). Si ha così che l'economia effettiva ottenuta mediante le caldaie elettriche ammonterebbe alla cospicua cifra di 520.000 dollari all'anno, potendosi trascurare, (com'è logico) il prezzo dell'energia elettrica, trattandosi di potenza di supero, e costituente una minima percentuale della potenza globale degli impianti idroelettrici da cui è prodotta.

(B. S.) I locomotori elettrici da 1000 cav. a corrente continua delle ferrovie del Midi in Francia. (*La Technique moderne*, N. 13. 1 luglio 1923, pag. 393).

Il 20 ottobre 1922 la Compagnia delle Ferrovie del Mezzogiorno di Francia ha messo in servizio, sulla linea recentemente elettrificata da Dax a Tolosa, il primo dei locomotori da 1000 Cv, a corrente continua alla tensione di 1500 Volt, costruiti dalla Società « Constructions électriques de France ». Detti locomotori, in numero di 50, sono destinati promiscuamente tanto per treni viaggiatori, quanto per treni merci: appositi rapporti d'ingranaggi permettono di ottenere le velocità adatte per l'una o l'altra categoria di convogli.

Detti locomotori sono del tipo a due carrelli motori; ognuno dei due assi è azionato da un motore con l'intermediario di due giuochi d'ingranaggi. I motori vengono alimentati direttamente alla tensione di 1500 volt. la loro potenza continua è di 250 Cv; la potenza che essi possono rendere per un'ora è di 350 Cv; sicchè i locomotori hanno la potenza continua di 1000 Cv. e la potenza per un'ora di 1400 Cv. La velocità per treni merci può variare (a mezzo dello *shunt* degli induttori dei motori) da 30 a 45 Km/ora; la velocità per treni viaggiatori può variare invece da 50 a 74 Km/ora. I 4 motori sono raffreddati artificialmente per mezzo di 2 ventilatori azionati da un motore ausiliario, pure alimentato a 1500 volt. Questo motore serve pure ad altri servizi accessori, in quanto provvede l'energia elettrica a ciò occorrente a mezzo di due generatrici a corrente continua montate sullo stesso albero.

Si dispone pure di frenamento a ricupero di energia, nei limiti di velocità da 32 a 60 Km-ora per i treni viaggiatori, e da 20 a 37 Km-ora per i treni merci, e per un peso di treno (tanto viaggiatori che merci) uguale a quello che i locomotori possono rimorchiare sulla stessa pendenza con la loro potenza unitaria.

Le caratteristiche importanti dei locomotori sono date dal seguente prospetto:

Lunghezza tra i respingenti	m.	11,850
Lunghezza della cassa	m.	10,740
Larghezza della cassa	m.	2,960
Base rigida di un carrello	m.	2,800
Base totale del locomotore	m.	8,350
Diametro delle ruote motrici	m.	1,400
Peso totale (tutto aderente)	Kg.	70,500
Peso della parte meccanica	Kg.	39,000
Peso della parte elettrica	Kg.	31,500
Peso di un motore	Kg.	3,900

Digitized by Google

Degna di nota è la disposizione degli ingranaggi motori. Ogni asse ne porta due, fissati direttamente sul centro di ruota, e azionati dai due pignoni di ciascun motore. Le antiche automotrici della Compagnia delle Ferrovie del Mezzogiorno di Francia avevano una sola ruota dentata, calettata sull'asse, in immediata prossimità di una delle due ruote motrici dell'asse (vedi fig. 1). In conseguenza della differente resistenza alla torsione della parte cortissima *ab* e della parte lunga *cd*, la parte *ab* doveva sopportare allo spunto tutto lo sforzo motore; sicchè frequenti erano le rotture degli assi. Gli ingranaggi, perciò, ora non vengono più disposti sul corpo dell'asse, ma sul centro della ruota; e, data la rilevante potenza dei motori del nuovo locomotore, due ruote di ingranaggi sono state disposte simmetricamente su ogni asse. Si è anche risolta nel modo che segue la difficoltà di assicurare il contatto simultaneo delle ruote e dei pignoni di ciascun sistema d'ingranaggi. I pignoni sono stati calettati sull'albero del motore senza precauzioni speciali; le ruote dentate, invece, sono state fissate ai centri delle ruote per mezzo di un incastro toroidale a forma di coda di rondine, mantenute a posto per attrito, per mezzo di biette fortemente serrate (vedi fig. 2). Per regolare l'asse, si serra completamente una delle ruote dentate, mentre l'altra ruota dentata viene lasciata libera, in modo da permettere ai settori di scorrere. Si monta quindi l'albero del motore con i suoi due pignoni, e lo si fa girare, finchè non si verifichi il contatto simultaneo dei due pignoni e delle due ruote; si serrano quindi definitivamente anche le biette della seconda ruota d'ingranaggio dell'asse motore.

Fig. 1.

Fig. 2. — Nuova disposizione degli ingranaggi motori.

PALMA ANTONIO SCAMOLLA, *gerente responsabile*

ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

Soc. Ceramica
Richard Ginori
MILANO
CAP. L. 10.000.000 INT. VERS.

ISOLATORI

IN PORCELLANA DURISSIMA
PER OGNI APPLICAZIONE ELETTRICA

FABBRICHE SPECIALI
DOCCIA e RIFREDI
30 FORNI - 2000 OPERAI
Stazioni di prova sino a 400.000 volt

Nuova serie di isolatori sospesi

N. di prot. 17180

2 elementi per 80.000 V.

Listino a richiesta

450 %
340 %

Imperforabile

Smontabile

Senza cemento

Alta efficienza elettrica

Grande resistenza meccanica

PER INFORMAZIONI, STUDI OFFERTE, TRATTATIVE, PROVE
Società Ceramica
Richard Ginori
MILANO – Via Bigli, 21
oppure: Casella Postale N. 1261

TUBI ITALIA

ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE

Società Anonima - Capitale Sociale L. 40.000.000
MILANO - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO

STABILIMENTI:

I. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Acciaieria termica ed elettrica, Laminatoio, Fonderia Ghisa e Acciaio.
II. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Laminatoi di lamiere, Fabbrica Tubi saldati, Bullonerie.
III. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Trafileria Acciaio e Ferro, Cavi e Funi metalliche, Reti, Laminati a freddo.
MILANO: Laminatoi, Fabbrica Tubi senza saldatura "ITALIA".
VOBARNO (Brescia): Laminatoi, Fabbrica Tubi saldati e avvicinati, Trafileria, Punte, Cerchi.
I. di DONGO (Como): Laminatoi e Fonderia Ghisa
II. di DONGO (Como): Fabbrica Tubi per Aeronautica, Biciclette, ecc.
ARCORE (Milano): Fabbrica Lamiere perforate, Tele metalliche.
BOFFETTO (Valtellina): Impianto idroelettrico.

PRODOTTI PRINCIPALI:

LINGOTTI in acciaio dolce e ad alta resistenza per proiettili ed altri usi.
ACCIAI speciali, Fusioni di acciaio e ghisa.
FERRI e ACCIAI laminati in travi e barre tonde, quadre, piatte; sagomati diversi.
ROTAIE e Binarietti portatili. — VERGELLA per trafileria. — FILO FERRO e derivati. — FILO ACCIAIO. — Funi metalliche. — Reti. — Punte. — Cerchi per ciclismo e aviazione. — Lamiere perforate. — Rondelle. — Catene Galle e catene a rulli.
LAMINATI a freddo. — Moietta, Nastri. — Bulloneria.
Tubi senza saldatura "ITALIA" per condotte d'acqua, vapore, gas, aria compressa. — Tubi per caldaie d'ogni sistema. — Candelabri. — Pali tubolari. — Colonne di sostegno. — Tubi extra-sottili per aeronautica, biciclette, ecc., circolari, ovali, sagomati diversi.
TUBI SALDATI per gas, acqua, mobilio. — Sagomati vuoti. — Raccordi. — Nipples, ecc.
TUBI AVVICINATI e derivati per mobilio, biciclette, ecc.

Indirizzo Corrispondenza: ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO (8)
TELEFONI: 27-65 - 88-86 - 28-99 TELEGRAMMI: "IRON" MILANO

MOSTRA CAMPIONARIA PERMANENTE: MILANO, Via Manzoni, 37 - Telef. 85-85

TUBI "ITALIA" SENZA SALDATURA TUBI "ITALIA" SENZA SALDATURA

Digitized by Google

441 II.414

Anno XII - Vol. XXIV - N. 3-4. RIVISTA MENSILE Roma - 15 Sett.-15 Ottobre 1923.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **50**; per l'Estero (U. P.) Frs **100.** Un fascicolo separato rispettivamente **L. 5** e **Frs 10**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

(Corporazione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti Italiani)

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione.

Ing. Comm. F. Brancucci - Capo Servizio Lavori e Costruzioni FF. SS.
Ing. G. L. Calisse.
Ing. Comm. R. Gioppo - Ispettore Superiore delle FF. SS.
Ing. Comm. Abdelcader Fabris - Capo Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.
Ing. Gr. Uff. L. Greppi - Direttore Generale della Società Anonima Officine Meccaniche (già Miani, Silvestri, Grondona, Comi & C.) - Milano.
Ing. P. Lanino.
Ing. Comm. F. Massione - R. Ispettore Capo Ufficio speciale Ferrovie.
On. Netti ing. Aldo - Presidente del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani.
Ing. Comm. F. Schupfer.
Ing. Gr. Uff. C. Segrè.

Segretario del Comitato: Ing. Cav. Uff. Nestore Giovene - Ispettore Principale delle FF. SS.

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO-SINDACATO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI,,

ROMA - Via Poli, N. 29 - Telefono 21-18

SOMMARIO

Pag.

Per le inserzioni rivolgersi esclusivamente all'AMMINISTRAZIONE DELLA RIVISTA
ROMA (4) - Via Poli, N. 29.

Digitized by Google

STABILIMENTI
·DI·DALMINE·
SOC. ANONIMA CAPITALE L. 45.000.000 VERS.

TUBI MANNESMANN

fino al diametro esterno di 325 m/m. – In lunghezze fino a 15 metri ed oltre per qualsiasi applicazione.

Colonne tubolari MANNESMANN di acciaio senza saldatura per sostegno pensiline. – Stazione Centrale FF. SS. - Roma, Termini.

SPECIALITÀ PER COSTRUZIONI FERROVIARIE

TUBI BOLLITORI, TIRANTI E DA FUMO, trafilati a caldo ed a freddo, lisci e sagomati, con cannotto di rame, speciali per elementi surriscaldatori.
TUBI PER FRENO, riscaldamento a vapore e per illuminazione di carrozze.
TUBI PER CILINDRI riscaldatori.
TUBI PER GHIERE di meccanismi di locomotive.
TUBI PER APPARATI IDRODINAMICI.
TUBI PER TRASMISSIONI di manovra, Archetti di contatto e Bombole per locomotori elettrici.
TUBI PER CONDOTTE d'acqua con giunto speciale a bicchiere tipo FF. SS. e pezzi speciali relativi.
PALI TUBOLARI per trasmissione energia elettrica e per trazione, tubi relativi per apparecchiature secondo i tipi correnti per le FF. SS.
COLONNE TUBOLARI per pensiline e tettoie di stazioni ferroviarie.
PALI E CANDELABRI per lampade ad arco e ad incandescenza lisci ed ornati, per illuminazione delle stazioni, magazzini di deposito e officine.
TUBI SPECIALI per Automobili, Autoveicoli e Cicli.

Tubi a flangie con bordo semplice e raddoppiato - a vite e manicotto neri e zincati - per pozzi Artesiani - di acciaio speciale ad alta resistenza per trivellazioni - Serpentini - Bombole e Recipienti per liquidi e gas compressi - Picchi di carico - Grue per imbarcazioni - Alberi di bompresso - Antenne - Puntelli - Aste per parafulmine, ecc.
TUBI TRAFILATI A FREDDO, cilindrici e sagomati, per qualsiasi applicazione.

CATALOGO GENERALE E LISTINI SPECIALI, PREVENTIVI GRATIS SU RICHIESTA

AGENZIE DI VENDITA:
MILANO, TORINO, GENOVA, TRENTO, TRIESTE, BOLOGNA, FIRENZE, ROMA, NAPOLI, PALERMO, CAGLIARI

SEDE LEGALE ·MILANO·
T M
DIREZIONE E OFFICINE A DALMINE (BERGAMO)

prous

Digitized by Google

Anno XII. - Vol. XXIV. 15 Settembre-15 Ottobre 1923 - N. 3-4

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Mezzi e metodi di esperimento usati dalle Ferrovie Italiane dello Stato per eseguire prove di trazione con le locomotive

(Redatto dagli Ingegneri ALESSANDRO MASCINI e GUIDO CORBELLINI
del Servizio Materiale e Trazione delle Ferrovie dello Stato)

Fra le moltissime locomotive d'ogni tipo che i costruttori d'Europa e d'America presentavano al pubblico nella splendida mostra del materiale ferroviario al parco di Vincennes, durante l'esposizione mondiale di Parigi nel 1900, *spiccava per originalità ed attirava manifestamente l'attenzione dei visitatori la locomotiva* 3701 *della Società Italiana delle Strade Ferrate Meridionali, esercente la rete Adriatica.*

Questa locomotiva, costruita nelle Officine Ferroviarie di Firenze della rete stessa, fu la prima di una serie di 43, che esiste tuttora in servizio colla denominazione di gruppo 670 *F. S.* (*anticamente: gruppo* 370, *poi gruppo* 500 *R. A.*), *e segnò un passo ardito ed importante nella storia dello sviluppo della tecnica costruttiva delle locomotive a vapore in Italia; la novità della disposizione invertita della caldaia, intesa, col collocamento del focolare al disopra del carrello, a realizzare il concetto di un radicale ingrandimento delle dimensioni del forno, congiunta all'originale disposizione e struttura dei cilindri — due A. P. a sinistra e due B. P. a destra, con luci incrociate e manovelle a* 180° —, *destò vivo interesse anche nei tecnici stranieri.*

Gli ingegneri della Compagnia Francese dell'Ouest chiesero ed ottennero di provare la locomotiva sulla linea Parigi-Havre e la Revue générale des Chemins de fer *pubblicò i risultati degli esperimenti eseguiti col carro dinamometrico dell'Ouest, che misero subito in evidenza le essenziali caratteristiche di quella macchina: l'elevata potenza specifica, l'attitudine alla corsa, l'elevatissimo rendimento* [1].

Sorse naturale negli ingegneri dell'Adriatica il desiderio di poter eseguire una più sviluppata ed esauriente serie di esperimenti in Italia, dove però per le prove di trazione gli operatori, allora, non avevano a loro disposizione altro che qualche orologio di precisione per cronometrare la corsa a prestabiliti traguardi; qualche aiutante istruito per il pronto rilevamento, ad intervalli prefissi, delle letture degli strumenti ordinari della locomotiva; qualche imperfetto indicatore di pressione per cilindri, e la pratica personale di attenti osservatori che gli esperimentatori si erano formata.

---

[1] Cfr.: *Rev. Gén. d. Ch. d. F.*, anno 1901, 2° sem., pag. 411 a 438: *Note sur la Machine compound N. 3701 de la Société Italienne des Chemins de Fer. Méridionaux* (*Réseau de l'Adriatique*). Essai comparatifs avec les machines compound de la Compagnie de l'Owest, par M. E. DECOURT.

Digitized by Google

In un colloquio che ebbe luogo appunto a Vincennes, davanti alla locomotiva 3701 *R. A.*, *un nostro Ingegnere chiese al compianto Baudry, Ingegnere Capo del Materiale e della Trazione della Compagnia P. L. M., che la P. L. M. accordasse in prestito per alcuni mesi all'Adriatica il suo carro dinamometrico.*

Il Baudry accondiscese ben volentieri e con quel carro dinamometrico fu eseguita in Italia, tra marzo e giugno 1901, *la prima metodica serie di rilievi di elementi relativi alla corsa ed alla trazione dei treni ed alla resistenza del materiale rotabile. Questa prima campagna dinamometrica Italiana fornì materiale per una preziosa serie di indagini e di studi, che fu raccolta in una memoria pubblicata a cura dell'Adriatica nel* 1902. *Le osservazioni e deduzioni fatte contribuirono alla risoluzione di importanti questioni costruttive; ne trassero poi profitto i progettisti delle nostre locomotive, più specialmente per i tipi* 360 *R. A.* (*poi* 600 *F. S.*), 680 *F. S.*, 470 *F. S.*

Tali furono i primi passi della tecnica dinamometrica delle prove di trazione in Italia. L'utilità dei risultati sperimentali ricavati apparve tosto tale da indurre l'Adriatica a far studiare e costruire un proprio carro dinamometrico, quello stesso che, terminato verso la fine dell'esercizio privato della rete, passò poi all'azienda statale e fu, nel 1906-07, *da questa utilizzato per una assai più ampia ed esauriente campagna di prove, dedicata allo studio dei primi campioni dei nuovi tipi di locomotive a vapore F. S. ed ai primi esperimenti delle locomotive elettriche. A questa campagna seguirono molte altre successive serie di esperimenti.*

Mentre la dotazione del carro dinamometrico fu gradatamente ampliata e perfezionata, la tecnica e la pratica esperimentale, tutt'altro che semplici, si andavano man mano migliorando ed affinando, con quella permanente costanza d'indirizzo che è così necessaria per costituire una buona messe di risultati sicuri e tra loro comparabili.

Giovò a questo fine il criterio invariabilmente rispettato di mantenere di continuo alle stesse poche persone l'incarico della consegna e della cura degli istrumenti tutti destinati agli esperimenti e quello della dirigenza, organizzazione ed esecuzione delle prove. Solo a lunghi intervalli vi furono cambiamenti di persone, sempre con prolungati periodi di lavoro in comune fra chi cedeva l'incarico e chi gli subentrava, così da costituire e conservare una vera e propria tradizione di precisione e di metodo in tutti i particolari d'esecuzione delle prove.

Mentre a più riprese interessanti memorie furono rese pubbliche, contenenti molta parte dei risultati delle prove eseguite, era rimasto sinora insoddisfatto il desiderio di vari tecnici che aspiravano ad avere una conoscenza d'insieme dei mezzi messi a disposizione dei nostri esperimentatori per le prove di trazione così quali oggi sono, ed in pari tempo a rendersi conto dei metodi d'osservazione e d'indagine in uso e delle modalità applicate nel raccogliere e presentare i risultati: metodi e modalità che costituiscono quanto di meglio suggerisce una pratica rigorosamente e lungamente controllata con costante indirizzo e con oculata vigilanza.

Colma questa lacuna il lavoro che qui pubblichiamo, dovuto a due giovani sperimentatori che nella azienda ferroviaria statale oggi si occupano, fra altro, di questo ramo di tecnica.

Non dubitiamo che, malgrado la sua forzata lunghezza ed il carattere di necessità prevalentemente descrittivo, la pubblicazione riuscirà gradita quale vero vade mecum *per sperimentatori di trazione, ed ottima guida da tenersi in biblioteca fra i libri di consultazione per la generalità dei tecnici ferroviari.*

N. D. R. [1]

---

[1] Dobbiamo all'ing. Luigi Greppi, del nostro Comitato di Redazione, queste notizie storiche, che del resto egli soltanto, per i suoi ricordi personali, poteva dettare in modo così esatto ed interessante.

Digitized by Google

INDICE

PARTE I.

Mezzi di esperimento.

Digitized by Google

PARTE II.

Metodi di esperimento.

Appendice

Elenco Tavole

Elenco delle figure fuori testo

Digitized by Google

PARTE PRIMA

Mezzi di esperimento

A) La carrozza dinamometrica.

Per il razionale studio della locomotiva in sè, e di tutti i numerosi problemi di trazione che si presentano nell'esercizio delle Ferrovie, è di grandissima importanza raccogliere dati sperimentali relativi essenzialmente alla potenza utile sviluppata dalla locomotiva per rimorchiare un treno ad una data velocità, cioè per vincerne le resistenze e fargli acquistare una determinata forza viva.

È opportuno che questi dati sperimentali, per essere maggiormente paragonabili a quelli del servizio normale dei treni, siano ricavati mentre la locomotiva compie il suo lavoro in condizioni tutte affatto analoghe a quelle dell'esercizio corrente, e perciò gli apparecchi di misura sogliono essere contenuti in uno speciale veicolo — *carrozza dinamometrica* — che si interpone fra la locomotiva ed il treno, del quale entra a far parte integrante [1].

Anche le Ferrovie Italiane dello Stato, al pari di alcune grandi reti estere, possiedono una carrozza dinamometrica ($VADI_{dz}^{CR}$ 801.000; tavola IX) già appartenente alla *Società esercente la Rete Adriatica* la cui Direzione del Materiale e della Trazione l'aveva fatta costruire nel 1904 nelle sue Officine di Firenze.

Una assai breve nota su tale carrozza fu già pubblicata anni sono sull'*Ingegneria Ferroviaria* [2]: si ritiene tuttavia conveniente riassumere ora anche le poche notizie allora esposte allo scopo di fare una descrizione relativamente completa, e non priva altresì di qualche utile particolare, sia per gli apparecchi già esistenti nel 1904, sia per quelli, abbastanza numerosi, aggiunti in seguito e tendenti ad aumentare e perfezionare i mezzi di ricerca, creando nello stesso tempo nuove possibilità di controllo fra i vari apparecchi per avere, nella massima parte dei casi, modo di eliminare gli eventuali errori. La descrizione completa sarà anche utile perchè darà modo di conoscere tutti i mezzi dei quali si è disposto per raccogliere i dati delle numerosissime prove di trazione eseguite con i principali tipi di locomotive dal 1905 ad oggi,

---

(1) I dati sperimentali così raccolti con la carrozza dinamometrica risultano sempre riferiti a determinate linee ed a determinati treni e non rappresentano quindi le condizioni teoriche di esperimento *a regime*.

Alcune grandi Amministrazioni ferroviarie seguono invece un diverso criterio, determinando le caratteristiche di potenza, lavoro e consumi *a regime*, in apposite installazioni sperimentali con locomotiva ferma e trascurando perciò le condizioni pratiche di esercizio (per es. Stabilimento Sperimentale di Altona Pa. degli Stati Uniti per le locomotive della Pennsylvania Railroad Co.).

Allora i dati sperimentali assumono un valore teorico, e servono solo per studi comparativi completi delle locomotive nel funzionamento a regime, ma non hanno un esatto riferimento alle reali condizioni del regime variabile corrispondente all'effettuazione di un treno.

(*Cfr.*: *Railway and locomotive Engineering* — marzo 1923 pag. 72 a 74. « Origin and Development of the Pennsylvania R.R. Testing Laboratory — Its Establishment under Direction of Theodore V. Ely » by Geo. L. Flower).

(2) Vol. I, n. 2, del 16 luglio 1904, pag. 17 e segg.: *Carro dinamometrico costruito a cura della Società esercente la Rete Adriatica.*

Digitized by Google

prove di cui sono stati in parte pubblicati i risultati generali (1) a cura della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato (Servizio Materiale e Trazione).

A tale descrizione si potrà per l'avvenire far sempre riferimento ogni qualvolta si abbiano da pubblicare i risultati di futuri esperimenti dinamometrici.

I - Veicolo.

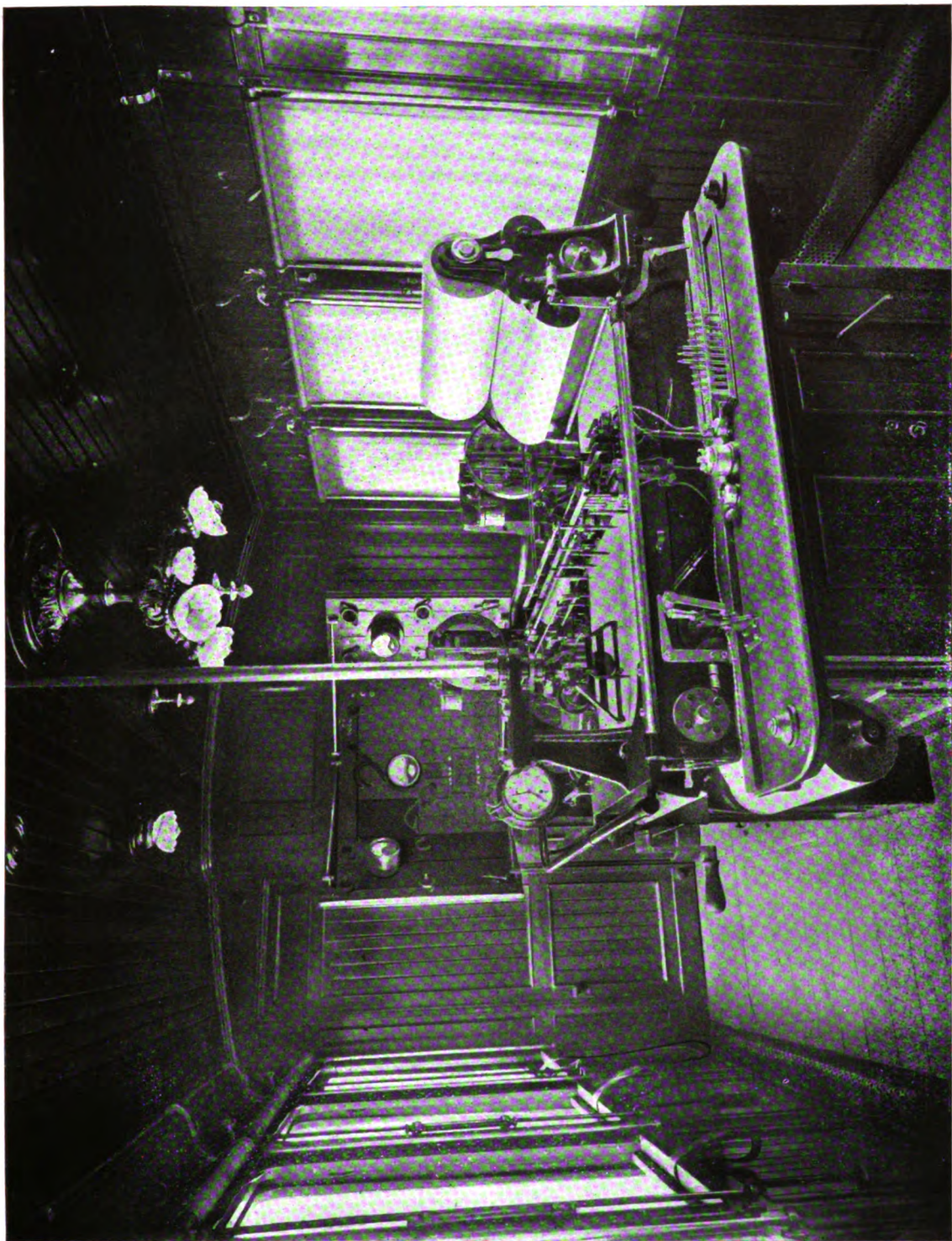
Il veicolo (Tav. IX) è del tipo a carrelli e misura, fra le testate estreme (esclusi i respingenti) la lunghezza di m. 13,25. La larghezza della cassa è stata limitata a metri 2,70 per aver modo di applicare all'esterno delle pareti laterali due specchi verticali inclinati di 45° rispetto all'asse del veicolo, ciò che rende possibile all'operatore, pure rimanendo al suo posto di lavoro, di vedere la via da ambedue i lati e prender nota così delle stazioni, chilometri ad altri punti singolari della linea. Assai robusta è la costruzione del telaio al quale è applicato il dinamometro, e pure robusta è la sospensione, cosicchè l'andamento del veicolo, anche a grandi velocità, è dolce e tranquillo.

Il peso complessivo del veicolo è di Kg. 31.320. La cassa è divisa in due parti principali: nella sala anteriore sono collocati gli apparecchi di misura; la parte posteriore comprende una saletta con due tavoli da lavoro e un divano, un gabinetto da *toilette* ed un piccolo ambiente per il personale di scorta alla carrozza. Alle due estremità del veicolo vi sono poi due piccoli vestiboli di cui quello anteriore contiene, in alto, una vedetta a vetri per le eventuali comunicazioni con il personale della locomotiva, e quello posteriore è munito di mantici per potere, volendo, stabilire l'intercomunicazione col treno.

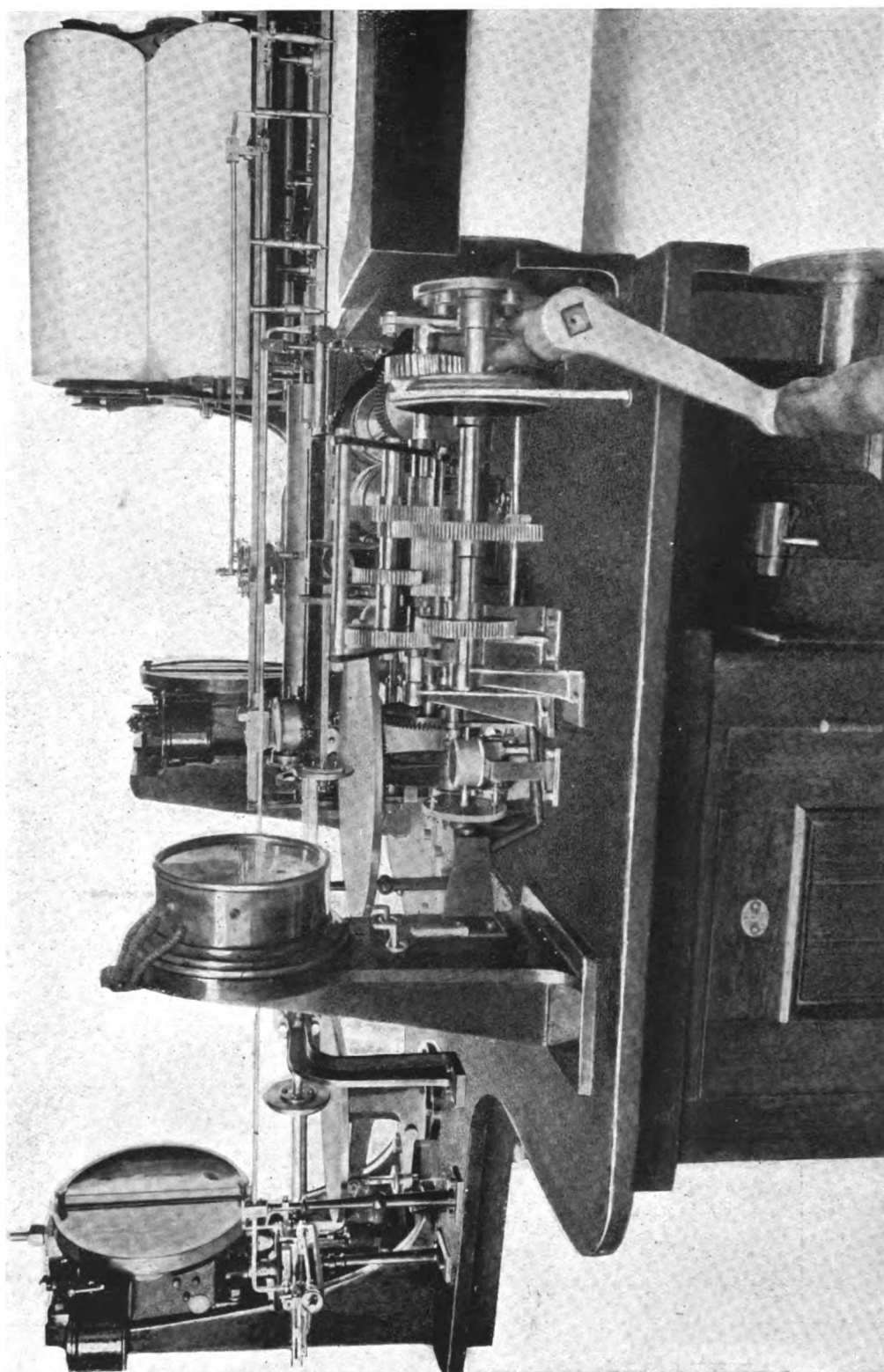
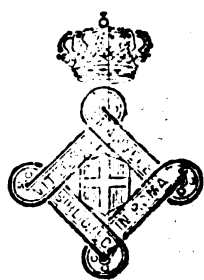
La carrozza è provvista di illuminazione elettrica; e l'energia per questo e per tutti gli apparecchi viene fornita da tre batterie di accumulatori i quali vengono automaticamente ricaricati in corsa da una dinamo azionata alla sua volta, per mezzo di trasmissione a cinghia, dal moto rotativo di una puleggia calettata sull'asse anteriore del carrello posteriore (2).

---

(1) *Risultati delle prove di trazione eseguite coi nuovi tipi di locomotive*, Roma, 1908; *Cenni sulle locomotive a vapore delle Ferrovie dello Stato Italiano al 1905 ed al 1911 e notizie sugli esperimenti delle locomotive a vapore delle Ferrovie dello Stato Italiano al 1905 ed al 1911 e notizie sugli esperimenti delle locomotive a grande velocità*, Roma, 1911 (recensione in « *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane* », anno I, vol. I, gennaio 1912); *Primi cenni sulle prove di trazione eseguite con la locomotiva 68548 a vapore surriscaldato* in « *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane* », Vol. VI, n. 2, del 15 agosto 1914; *Le nuove locomotive americane da merci (Consolidation) per le Ferrovie dello Stato paragonate con le similari di tipo e di costruzione italiana* (gr. 735-740), in « *Riv. Tecnica delle Ferrovie Italiane* », Vol. XII, anno VI, n. 6, dicembre 1917; *Alcune prove per valutare la efficienza ed il rendimento del surriscaldatore sistema « Clench »* in « *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane* », Vol. XVI, anno IX, n. 2, agosto 1920; *Risultati degli esperimenti e delle prove di trazione eseguite con alcune locomotive attrezzate per bruciare la nafta nei forni delle loro caldaie* in « *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane* », anno IX, vol. XVIII, n. 4, e 5 ottobre-novembre 1920.

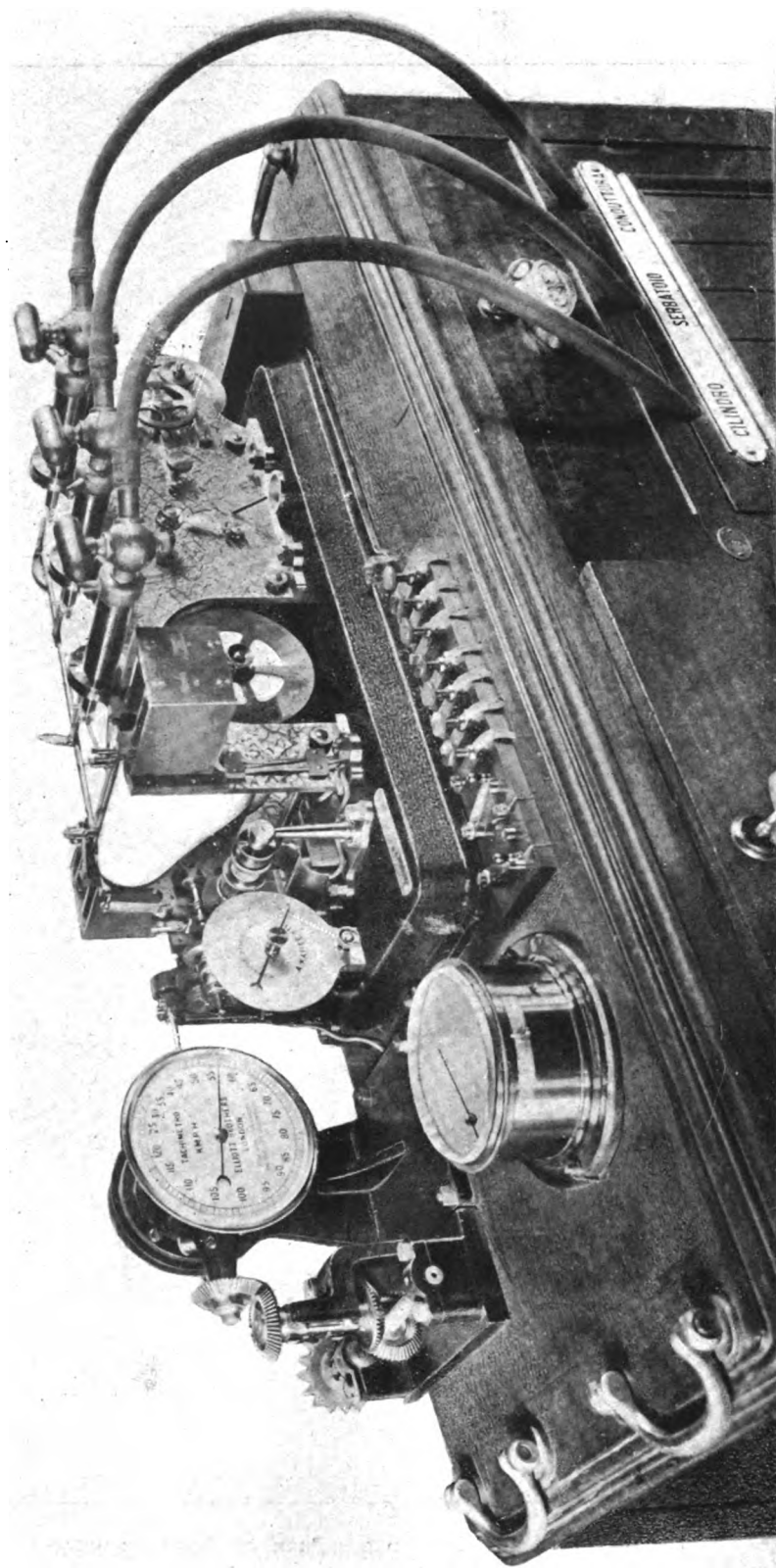
(2) L'apparecchiatura è del sistema Stone con accumulatori tipo normale F. S. (Cfr. *Le Génie Civil*, n. 1, 2° semestre 1922, pag. 13; n. 2, pag. 36; n. 3, pag. 59 e per estesa recensione l'*Elettrotecnica*, 5 gennaio 1923, n. 1, vol. X, pag. 22). L'impianto è costituito da una dinamo *A* (fig. 1 e 2) che è azionata a velocità eminentemente variabile ed anche invertibile ed è in parallelo con una batteria di accumulatori. Si tratta di regolare la tensione e la corrente erogata dalla dinamo, in guisa che la carica degli accumulatori avvenga in maniera tutt'affatto regolare, e di far sì che, in ogni caso, le variazioni di tensione delle lampade si mantengano entro

Digitized by Google

Carrozza dinamometrica delle Ferrovie Italiane dello Stato. — Vista della sala degli apparecchi.

Digitized by Google

Carrozza dinamometrica delle Ferrovie Italiane dello Stato. — Tavolo degli apparecchi dinamometrici.

Digitized by Google

Carrozza dinamometrica delle Ferrovie Italiane dello Stato.
Vista della sala degli apparecchi con l'ergometro di inerzia.

Digitized by Google

Carrozza dinamometrica delle Ferrovie Italiane dello Stato. — Apparecchio Kaptein.

Digitized by Google

Con l'energia così fornita vengono azionati tutti gli altri apparecchi a comando elettrico di cui si parlerà in seguito.

Vi è un doppio sistema di riscaldamento: a vapore, sistema Haag [1], ed a termosifone.

Infine vi è il freno *Westinghouse* automatico ad azione rapida, agente su tutti gli assi tranne quello da cui prendono movimento gli apparecchi di misura; ed il freno a mano agente sul solo carrello posteriore.

II - Apparecchi di misura e di scandaglio.

L'insieme degli apparecchi di cui è dotata la carrozza dinamometrica, si può suddividere nei seguenti gruppi:

1°) Apparecchi dinamometrici;

2°) Ergometro d'inerzia;

3°) Apparecchio per lo studio del freno ad aria compressa;

---

limiti tali da non produrre variazioni sgradevoli di intensità luminosa e da non ridurre la durata delle lampade stesse.

La parte essenziale del sistema è costituita dalla dinamo A, la quale (fig. 1 e 2 e tavola IX) ha tre spazzole. Da due di esse (a, b) si diparte la linea, mentre l'eccitazione e è inserita tra una terza spazzola c e quella delle due principali che la segue nel senso del movimento.

Come si riconosce tenendo presenti i fenomeni di reazione (campo traverso) e la curva di distribuzionedel potenziale lungo il collettore, una tale dinamo ha la proprietà, allorquando sia in parallelo con una batteria, (forza c. e. m.) di erogare una corrente *sensibilmente costante sotto velocità variabili.*

La fig. 2 dà lo schema generale dell'impianto. In B si ha l'*invertitore automatico*, il cui funzionamento appare chiaro se si tiene presente l'azione di trascinamento esercitata per attrito sulle spazzole e quindi sull'anello portaspazzole girevole entro un certo angolo, ed al quale è raccomandata la leva d.

Fig. 1. Fig. 2.
Schema dell'apparecchiatura « Stone ».

L'eccitazione della dinamo *Stone* è costituita da tre avvolgimenti separati; due (E, F) in derivazione, ed uno (G) in serie sul circuito d'illuminazione. Finchè la batteria non ha raggiunto una determinata tensione (25 volt) i due avvolgimenti E F, sono percorsi da corrente nel medesimo senso; ma quando la tensione di batteria ha raggiunto quel valore, entra in funzione il commutatore K il quale inverte il senso della corrente nell'avvolgimento F; con che resta diminuita la intensità di carica. Quando poi si accendono le lampade, entra in funzione l'eccitazione serie G, la quale agisce nel senso di aumentare il campo con l'aumentare del carico.

L'impianto è completato da un *interruttore automatico* H, comandato, al solito, da una bobina di tensione: l'interruttore medesimo agisce sulle resistenze L le quali compensano gli scarti di tensione che si avrebbero alle lampade dalla fase di carica a quella di scarica.

[1] Per i particolari dell'impianto di riscaldamento Sistema Haag ci si riferisce alla pubblicazione fatta sull'argomento dalle Ferrovie dello Stato (*Descrizione degli apparecchi per il riscaldamento a vapore dei veicoli in uso sulle Ferrovie dello Stato,* Roma, 1907, e successive appendici).

Digitized by Google

4°) Apparecchio di scandaglio della linea e dei movimenti relativi delle varie parti della locomotiva o dei veicoli;

5°) Apparecchi per la registrazione delle condizioni di caldaia e di condotta della locomotiva in marcia;

6°) Attrezzatura per prove con locomotive elettriche.

1. – Apparecchi dinamometrici.

La parte principale degli apparecchi dinamometrici è stata costruita dalla ditta Amsler-Laffon & Fils di Sciaffusa ed è simile al tipo che era già in uso presso le Ferrovie Francesi dell'Est [1].

Gli apparecchi dinamometrici comprendono:

a) il meccanismo dinamometrico propriamente detto;

b) la presa di movimento e l'apparecchio scrivente;

c) l'indicatore e registratore del lavoro;

d) gli indicatori e registratori di velocità;

e) il potenziometro;

f) l'anemometro.

Uno dei registratori di velocità (il tachimetro Hasler), il potenziometro e l'anemometro sono stati aggiunti in seguito; l'anemometro fu pure costruito dalla Ditta Amsler; mentre l'ergometro d'inerzia, di cui si parlerà in appresso, fu costruito nel 1910 dalla Ditta Grieten di Bruxelles.

* * *

a) MECCANISMO DINAMOMETRICO PROPRIAMENTE DETTO. — Questo meccanismo serve a misurare e registrare in ogni istante gli sforzi di trazione o di compressione che si esercitano rispettivamente al gancio di trazione o sui respingenti. Le viste d'insieme sono esposte nella tavola IX, ma per spiegare più chiaramente il funzionamento dell'apparecchio ci si riferisce alla tavola X. Anche qui, come in tutti i dinamometri, l'intensità della forza agente è misurata dall'ampiezza della deformazione elastica di una determinata molla di cui è noto il valore della deformazione unitaria: la molla M serve a misurare gli sforzi di trazione e la M' quelli di compressione. La leva principale A del dinamometro è costituita, come si vede, per la massima parte della sua lunghezza di due robuste lamiere di ferro parallele fra loro fra le quali, all'estremità inferiore, sono solidamente fissate tre barre trasversali di acciaio temperato con uno od ambedue gli spigoli taglienti, a coltello. Quella inferiore B costituisce il fulcro della leva perchè è abbracciata e mantenuta fissa dal telaio F il quale è collegato con chiavarde al castello di trazione D del veicolo. I coltelli E ed E' costituiscono i punti della leva ai quali sono trasmessi rispettivamente gli sforzi di trazione e di compressione mediante i tiranti T e C: infine i piatti H ed I facenti parte anche essi della leva, si appoggiano alle molle M ed M' schiacciandole rispettivamente contro i piatti fissi L e O. L'ampiezza dello schiacciamento di ciascuna di queste molle mi-

[1] **Analoga installazione si riscontra nella vettura dinamometrica recentemente costruita dalle Ferrovie Federali Svizzere. Cfr.: *Wagon dynamomètre Suisse*, in *Bulletin de l'Ass. Int. de Chemins de Fer*, anno 1920, pag. 721; *Revue Générale de Chemins de Fer*, anno 1920, II sem., pag. 821.**

Digitized by Google

sura appunto, separatamente, l'intensità degli sforzi di trazione e di compressione, ampiezza che viene poi registrata sulla zona di carta dell'apparecchio scrivente.

È interessante ora vedere in qual modo si riesca a trasmettere ai tiranti T e C gli sforzi di trazione e di compressione mediante un unico meccanismo abbastanza semplice.

Quando al gancio G viene esercitato dalla locomotiva uno sforzo di trazione nel senso della freccia g il telaio Q, solidale col gancio mediante i tiranti q, sposta nella stessa direzione il piatto P comprimendo la molla N e quindi facendo spostare nello stesso senso il piatto P' per reazione della molla stessa. È bene notare subito che la molla N ha soltanto la funzione di sistema intermediario elastico fra la locomotiva ed il dinamometro, cioè compie la funzione della molla a cui si articola l'asta di trazione degli ordinari veicoli, e contemporaneamente sostituisce, come si vedrà fra poco, le molle dei respingenti, per gli ordinari sforzi di compressione, molle che qui mancano, mentre esistono in tutti gli altri veicoli.

Lo spostamento del piatto P' viene integralmente trasmesso, per mezzo dei tiranti T' e dei risalti t al bilanciere S, il quale, mediante il tirante centrale T, fa spostare di altrettanto il coltello E facendo assumere alla leva A del dinamometro una inclinazione in avanti e comprimendo per conseguenza la molla M fino a che la reazione di questa ristabilisce l'equilibrio nel sistema. Ed ecco come la deformazione della molla M misura, con la sua ampiezza, l'intensità dello sforzo di trazione esercitato al gancio.

Quando invece sui respingenti R della carrozza viene esercitato dalla locomotiva uno sforzo in senso opposto, o di compressione, questo viene integralmente trasmesso, per mezzo del grande bilanciere J all'asta quadrangolare V la quale, per mezzo dei risalti i, spinge nello stesso senso il piatto P' comprimendo la stessa molla N che alla sua volta fa spostare il piatto P indietro e, per mezzo dei manicotti T'', anche le asse T' C'. Queste fanno spostare indietro il bilanciere C'' il quale alla sua volta, per mezzo del tirante C esercita la sua azione sul coltello E' nella direzione della freccia s, e quindi fa inclinare indietro la leva A del dinamometro comprimendo la molla M' fino a che la reazione di questa ristabilisce l'equilibrio.

Opportuni giuochi lasciati fra il pernio e la rispettiva maglia nel collegamento X permettono al bilanciere S di rimanere libero, e di non comprimere l'asta T quando il dinamometro è soggetto a sforzi di compressione, allo stesso modo che altri giuochi Y analoghi lasciati fra le maglie delle aste C' ed i perni terminali del bilanciere C'' permettono a questo di rimanere inattivo, e quindi non comprimere C quando il dinamometro è soggetto a sforzi di trazione.

Si tralascia di accennare a tutti i particolari costruttivi dell'apparecchio per semplicità di descrizione: solo è opportuno notare che tutte le aste ed i pezzi soggetti a movimento sono guidati e sostenuti da apposite rotelline o rulli i quali hanno anche lo scopo di rendere minime le resistenze di attrito, cosicchè, quando siano tolte le molle M ed M', tutto il meccanismo si muove con estrema facilità, ciò che è a favore della sensibilità dell'apparecchio e dell'esattezza delle registrazioni.

Vi è naturalmente modo di fissare rigidamente al castello di trazione della carrozza, per mezzo di due grossi perni di ferro o *spine*, il bilanciere S nel qual caso il dinamometro non può più funzionare nè per gli sforzi di trazione, il che è evidente; nè per gli sforzi di compressione, perchè i manicotti T' impediscono qualsiasi spostamento anche del piatto P nel senso della compressione.

Digitized by Google

In tale condizione gli sforzi a cui è soggetto il gancio *G* sono trasmessi all'intelaiatura del veicolo in modo elastico a mezzo della molla *N*.

La forza che si esercita al gancio *G* (o quella agente sui respingenti *R*) non ha, in pratica, valore costante ma risente, oltrechè delle variazioni dovute dall'effettivo aumento o diminuzione dello sforzo di trazione della locomotiva, anche delle perturbazioni frequenti e periodiche dipendenti dagli urti delle ruote ai giunti delle rotaie, dalle ineguaglianze del binario in genere, e più specialmente dai moti anormali della locomotiva, prodotti principalmente dalla variabilità dello sforzo periferico sulle manovelle, dalla impossibilità di equilibrare, per ogni velocità, l'inerzia delle masse dotate di moto alterno specialmente sensibili nelle locomotive a vapore. ecc. Tanto le variazioni del primo genere quanto quelle del secondo vengono integralmente trasmesse, attraverso le molle *N* ed *M* (od *M'*) alla leva principale *A* del dinamometro la quale subisce di conseguenza due generi di spostamenti: uno utile perchè dà modo di registrare la variazione dello sforzo della lococomotiva, l'altro inutile, anzi dannoso, perchè ha carattere vibratorio intorno a quella posizione intermedia della leva *A* che corrisponde appunto allo sforzo effettivo esercitato al gancio di trazione. Cosicchè, come si vedrà in seguito, la linea 20 (Tav. XI) del diagramma dello sforzo di trazione, che lo stilografo collegato all'estremità superiore della leva *A* del dinamometro, traccia su di una zona di carta ha un andamento oscillatorio continuo: la linea dello sforzo effettivo al gancio di trazione è la mediana di questa zona di oscillazione tracciata dallo stilografo.

L'ampiezza delle oscillazioni per certe locomotive o per certe velocità può divenire eccessiva, cosicchè conviene ridurla anche per non danneggiare la regolarità delle registrazioni di altri apparecchi (indicatore-registratore del lavoro e potenziometro) come si comprenderà in seguito. A tal uopo si è applicato alla leva principale *A* del dinamometro uno *smorzatore delle oscillazioni* costituito essenzialmente da un cilindro *K*, tutto chiuso, entro il quale può spostarsi uno stantuffo *U*, a tenuta ermetica, che divide il cilindro in due camere distinte, piene di glicerina. La comunicazione fra queste due camere può essere istituita, aprendo la valvola a volantino *Z*, mediante i due condotti *z* ricavati nel corpo del cilindro e pieni anch'essi di glicerina.

Essendo il cilindro *K* fissato al castello di trazione del carro e lo stantuffo *U* collegato a snodo alla leva principale *A* è ovvio che se la valvola *Z* fosse, completamente chiusa, il passaggio della glicerina da una camera all'altra essendo impossibile, detto stantuffo non potrebbe muoversi, data la incompressibilità pratica del liquido, e quindi rimarrebbe immobile anche la leva *A* qualunque fosse lo sforzo di trazione o di compressione agente sul dinamometro: questo dunque non funzionerebbe, analogamente a quanto avviene quando, con le *spine*, si fissa, come si è detto, al telaio del carro il bilanciere *S*. Altrettanto chiaro risulta che regolando opportunamente l'apertura della valvola *Z* si rende possibile la circolazione della glicerina fra una camera e l'altra del cilindro e quindi lo spostamento dello stantuffo *U*, che può seguire nei suoi movimenti la leva *A* vincendo però la resistenza opposta dal liquido nel passaggio attraverso la strozzatura della valvola *Z*.

Strozzando quanto occorre la luce libera di passaggio di detta valvola si può fare raggiungere a questa resistenza un valore grande quanto si vuole *per i movimenti rapidi* quali sono appunto le vibrazioni della leva *A*, mentre gli spostamenti più lenti,

Digitized by Google

dovuti a variazione dello sforzo di trazione, non ne sono influenzati. Con ciò si ottiene lo scopo di ridurre opportunamente l'ampiezza delle oscillazioni del diagramma dinamometrico senza alterarne la forma.

Dalla descrizione che si è fatta dell'apparecchio dinamometrico risulta evidente che il suo funzionamento è perfettamente regolare sia quando la carrozza è orientata, come si fa sempre, quando è possibile, nel senso buono rispetto alla marcia del treno, cioè col gancio di trazione *G* attaccato al tenditore della locomotiva; sia quando essa si trova orientata in senso inverso. Nè s'inverte la funzione delle due molle del dinamometro, perchè la *M* rimarrà sempre quella che registra gli sforzi di trazione e la *M'* quelli di compressione.

È solo da tenere presente che, mentre nel primo caso gli sforzi misurati sono quelli al gancio del tender, cioè vi sono compresi gli sforzi per il rimorchio della carrozza stessa, la quale perciò entra col suo peso a far parte integrante del treno, nel secondo caso gli sforzi misurati sono quelli al gancio posteriore della carrozza e quindi il peso di questa non entra più a far parte del treno e gli sforzi necessari al suo rimorchio non vengono misurati.

Le molle per la registrazione degli sforzi di trazione e di compressione *M* ed *M'* sono di acciaio speciale: della loro deformazione elastica totale si utilizza la parte di schiacciamento fino a 100 mm. per il carico massimo rispettivo. E siccome il rapporto dei bracci di leva dalle molle dinamometriche e della matita registratrice, rispetto al fulcro, *B*, è di 1:1,5, ne segue che la corsa massima della matita registratrice (massima ordinata del diagramma degli sforzi) è:

per la trazione: mm. $100 \times 1,5 = 150$ mm.;
per la compressione: mm. 75;

perchè, mediante apposito arresto, la corsa è limitata a metà di quella della trazione, cioè per la compressione si registrano solo sforzi massimi uguali alla metà del carico massimo ammesso per la trazione.

Quattro sono i tipi di molle usati per gli esperimenti, e di ciascuno si possiedono tre o quattro esemplari tarati:

Caratteristiche delle molle del dinamometro.

COSTANTI	CON MOLLE DA CHILOGRAMMI			
	2000	1000	500	250
Sforzo massimo di trazione . . . . Kg.	12000	6000	3000	1500
Sforzo massimo di compressione . . Kg.	6000	3000	1500	750

Scala teorica degli sforzi di trazione e compressione.

Schiacciamento per tonn. . . . . mm.	12,5	25	50	100
Per millimetro di schiacciamento . Kg.	80	40	20	10

Digitized by Google

Naturalmente i valori pratici effettivi, che del resto si discostano pochissimo da quelli sopra esposti, si ricavano di volta in volta con opportune tarature dopo ogni serie di esperimenti o quando si abbia ragione di ritenerlo conveniente [1].

* * *

b) PRESA DI MOVIMENTO ED APPARECCHIO SCRIVENTE. — Gli sforzi di trazione e di compressione, di cui finora si è fatto cenno, e le indicazioni di tutti gli altri apparecchi di cui si tratterà in seguito, vengono registrati in inchiostro, per mezzo di uno stilo, su di una striscia di carta continua che si svolge in misura proporzionale allo spazio percorso dal treno.

Presa di movimento. — Il movimento a questa zona di carta come anche quello di quasi tutti gli altri apparecchi della carrozza è dato da una presa diretta sull'asse posteriore del carrello anteriore, il quale ha i cerchioni delle ruote di acciaio speciale (per rendere trascurabili o minimi i logorii) perfettamente cilindrici, anzichè tronco-conici, e del diametro esatto *di un metro* (a nuovo).

Una vite senza fine è calettata sull'asse ed ingrana con una ruota dentata elicoidale che trasmette, per mezzo di due snodi cardanici il movimento di rotazione ad un albero verticale *V* (Tav. XI e XII), senza che questo risenta degli spostamenti laterali relativi del carrello, di cui fa parte l'asse, rispetto al telaio del veicolo, su cui sono fissati gli apparecchi registratori. Mediante la manovra di un volantino è possibile dall'interno della carrozza disingranare anche in corsa la ruota dentata elicoidale e quindi arrestare il moto di tutti gli apparecchi ad essa collegati. Sull'estremità superiore del detto albero verticale *V* è calettata una ruota dentata conica la quale trasmette il moto rotatorio all'albero principale 1 da cui prendono movimento tutti gli altri apparecchi. Sorge da ciò la necessità che il detto albero principale ruoti sempre nello stesso senso qualunque sia l'orientamento della carrozza rispetto al senso della marcia del treno.

Per ottenere lo scopo è stato adottato il sistema, assai semplice ed elegante, rappresentato schematicamente dalla figura 3. Con la ruota dentata conica situata all'estremità superiore dell'albero verticale *V* ingranano perennemente due ruote coniche A_1 ed A_2 folli sull'asse 1 e munite nella loro parte esterna di una ruota piana a denti di sega. Sulla corona di ciascuna di queste ruote piane e precisamente nei denti di sega, che in ambedue le ruote sono orientati nello stesso senso, possono impegnarsi due nottolini imperniati nei due supporti B B_1 i quali ultimi sono calettati sull'albero orizzontale 1. Se esistesse soltanto uno di questi sistemi d'ingranaggio,

Fig. 3. — Invertitore del movimento.

[1] Il metodo pratico di taratura delle molle del dinamometro si vedrà in seguito (v. parte II Metodi di Esperimento. - Taratura degli indicatori e del dinamometro).

Digitized by Google

ad esempio quello con la ruota A_1 è evidente che, quando il senso di rotazione dell'albero V fosse tale che quello della ruota A_1 corrispondesse a quello indicato dalla freccia, l'albero 1 non ruoterebbe perchè il nottolino saltellerebbe sui denti di sega con nessuno dei quali entrerebbe in presa.

Se invece la rotazione dell'albero V si compisse in senso opposto, la ruota A_1 per mezzo del nottolino, ora in presa, trascinerebbe nella rotazione anche l'albero 1.

Siccome però due sono gli insiemi esistenti, è ovvio che, qualunque sia il senso di rotazione dell'albero V, uno dei due nottolini, ed uno solo, sarà sempre in presa, ed il senso della rotazione dell'albero principale sarà sempre lo stesso, appunto perchè i nottolini ed i denti delle ruote piane sono orientati, come si è detto, nello stesso senso.

Per evitare poi il saltellamento continuo sui denti di quello del nottolino che non è in presa, ciò che sarebbe dannoso alla buona conservazione dei vari pezzi, ciascuno dei nottolini stessi è articolato all'estremità opposta, rispetto al pernio del relativo supporto, ad una bielletta C articolata alla sua volta, nell'altra sua estremità, ad un collarino o nastro di frizione stretto contro il mozzo della ruota dentata corrispondente. Accade allora che, quando la rotazione di detta ruota avviene nel senso indicato dalla freccia, siccome l'albero 1 gira in senso opposto (perchè è condotto dalla ruota conica dell'altro sistema d'ingranaggio), il supporto B_1, calettato sull'albero, gira anche esso in senso opposto, e così pure il nottolino; quindi la resistenza d'attrito che si sviluppa fra il mozzo della ruota conica A_1 ed il collarino a frizione, che gira in senso opposto perchè obbligato a seguire il senso di rotazione del nottolino, mette in tensione la bielletta C, la quale solleva il nottolino e ne impedisce il saltellamento sui denti.

È ovvio che, invertendosi il senso di rotazione dell'albero V, il fenomeno, per lo stesso sistema, si riproduce invertito anche esso e la resistenza d'attrito fa sì che la bielletta viene compressa e quindi spinge in basso il nottolino per farlo entrare in presa, mentre nell'altro sistema il nottolino viene sollevato. In tal modo, quando sia ben regolata la tensione del collarino a frizione, tutto funziona automaticamente.

L'albero principale 1, date le dimensioni delle ruote della carrozza (un metro a nuovo) ed i rapporti degli ingranaggi, compie un numero di giri quindici volte minore di quello dell'asse del veicolo e, per ogni kilometro di percorso compie giri 21,2 in luogo dei 318 giri della ruota della carrozza da cui deriva il moto.

Svolgimento e avvolgimento della carta, e velocità di sviluppo. — La zona di carta su cui vengono registrate le indicazioni dei singoli apparecchi è larga 480 mm. e si svolge in modo continuo dal rullo 2 (Tav. XI e XII) che si appoggia sui piccoli rulli portanti 3 e 4, sul tavolo orizzontale di registrazione 7, passando secondo l'indicazione delle freccie sui rulli di guida 5 e 6, tenuti fra loro a contatto dalle molle 6'. Sempre seguendo la direzione delle freccie la zona di carta si riavvolge poi, dopo esser passata sui rulli 8 e 9, sul rullo 10, condotto dal rullo 8 per mezzo del cingolo 11.

Lo sviluppo della carta è regolato dal rullo 8 che, per mezzo del rullo 9, a questo strettamente tenuto aderente dalle molle 10' tira senza scorrimenti la zona con una velocità determinata dalle coppie di ingranaggi in presa dalle quali è regolato il suo moto di rotazione. Tale velocità è proporzionale a quella del treno perchè il movimento è preso dalla vite senza fine 12 calettata sull'albero principale 1. Con questa

Digitized by Google

ingrana la ruota dentata 13 che fa ruotare i tre alberi 14, 15 e 16, dei quali i primi due sono fissi ed il terzo spostabile, con velocità determinate dalle coppie d'ingranaggi in presa: l'albero 15 è quello che porta il rullo 8. Per mezzo del telaio 17 che è imperniato folle e spostabile longitudinalmente sull'albero 14 e che porta l'albero mobile 16 si può stabilire, con opportuni spostamenti, in tre modi diversi, l'ingranamento delle ruote dentate calettate sui tre alberi predetti: a questi tre modi diversi corrispondono naturalmente tre velocità del rullo 8, e quindi della carta; i valori di questi sviluppi sono:

1° – mm. 600 per Km., ossia m. $\frac{1000}{600} = 1,667$ per mm. di carta svolta;

2° – mm. 100 per Km., ossia m. $\frac{1000}{100} = 10$ per mm. di carta svolta;

3° – mm. 20 per Km., ossia m. $\frac{1000}{20} = 50$ per mm. di carta svolta.

Si usa l'uno o l'altro di questi sviluppi a seconda dell'indole delle ricerche (di dettaglio o d'insieme) che si debbono fare.

Dal movimento combinato di questa zona di carta e degli stilografi registratori dei singoli apparecchi, e che si muovono soltanto in senso perpendicolare a quello in cui scorre la carta, risultano tracciati su questa i diagrammi degli apparecchi, i quali sono perciò tutti riferiti allo spazio percorso durante l'esperimento.

Così gli sforzi di trazione e di compressione, misurati dagli spostamenti della estremità superiore della leva principale *A* del dinamometro, vengono trasmessi mediante l'asta 18, guidata all'altra estremità dalla slitta 19, allo stilografo 20 che traccia sulla carta il diagramma dello sforzo di trazione le cui ordinate sono riferite alla fondamentale η dello zero, tracciata dallo stilografo fisso 21.

Integrando l'area di questo diagramma degli sforzi tracciato rispetto allo spazio percorso si ha evidentemente il lavoro compiuto dalla locomotiva, misurato al gancio di trazione. Il valore di ogni millimetro quadrato dell'area di questo diagramma sarà dunque, espresso in chilogrammetri, quello appresso indicato per i singoli casi combinati fra loro.

Costanti per l'integrazione del diagramma degli sforzi
(valore in Kgm. di un mm² di superficie)

		CON MOLLA DA			
		Kg. 2000	Kg. 1000	Kg. 500	Kg. 250
e con sviluppo della carta	m/m 600 per Km.	Kgm. 80 × 1,667 = 133,33	Kgm. 40 × 1,667 = 66,67	Kgm. 20 × 1,667 = 33,333	Kgm. 10 × 1,667 = 16,67
	» 100 » »	» 80 × 10 = 800	» 40 × 10 = 400	» 20 × 10 = 400	» 10 × 10 = 100
	» 20 » »	» 80 × 50 = 4000	» 40 × 50 = 2000	» 20 × 50 = 1000	» 10 × 50 = 500

Gli stilografi x, γ, δ, ε, segnano sulla carta delle linee continue interrotte, a determinati intervalli di spazio o di tempo, da segni trasversali prodotti dalla parte mobile delle rispettive elettrocalamite da cui ciascuna è comandata.

Digitized by Google

Sulla linea x, per mezzo del bottone elettrico 22 si possono segnare i punti singolari della linea (stazioni, pietre chilometriche, gallerie, pareti ecc.).

Sulla linea γ, viene marcato un segno ogni chilometro di percorso oppure mezzo chilometro.

La chiusura del circuito dell'elettrocalamita per queste registrazioni si ottiene automaticamente ricorrendo al moto di rotazione dell'albero principale 1.

Per mezzo della coppia di ingranaggi conici 23 e delle coppie d'ingranaggi piani 24, 25 e 26 si ottiene che il risalto 27 compie un giro ogni 21,2 giri dell'albero principale 1, cioè ogni 318 giri delle ruote del veicolo, ossia ogni chilometro di percorso.

Ad ogni giro di tale albero si chiude per mezzo del contatto 28 il circuito elettrico della elettrocalamita della linea γ sulla quale quindi viene marcato un segno.

I perni, che chiudono il circuito sulla ruota dell'ingranaggio 26, e ad ogni giro, sono due diametralmente opposti, 27 e 27'. Se si esclude il pernio 27' si ha l'indicazione dei chilometri, altrimenti si ha quella di mezzi chilometri.

Contemporaneamente alla realizzazione dei contatti elettrici, l'albero di quest'ultima ruota dentata 26 comanda un contatore 29 sul quale vengono registrati i chilometri percorsi.

Tutto ciò avviene quando la manovella 30, a portata di mano dell'operatore, trovasi sulla posizione indicata nel disegno (chiaramente visibile nella tavola XIII). Spostando invece questa all'indietro si sposta tutto l'albero 31 e quindi, disingranandosi il giunto 32, l'ultima coppia d'ingranaggi 26 ed il contachilometri 29 rimangono inattivi ed aperto il circuito elettrico 27-28.

In tale posizione mediante speciali risalti portati dalla ruota 24 il medesimo circuito elettrico si chiude ogni 0,667 giri dell'albero 1, cioè ogni 10 giri delle ruote del veicolo o sulla linea γ viene marcato un segno ogni m. 31,4.

Sulle linee δ ed ε le cui elettrocalamite vengono comandate dall'orologio elettrico 33, viene marcato un segno rispettivamente ogni 6 secondi ed ogni minuto primo.

Descrivendo gli altri apparecchi si indicherà il significato ed il valore delle altre linee dei diagrammi tracciati sulla zona di carta.

* * *

c) Indicatore e registratore del lavoro. — Per rendere più rapida e comoda la misura del lavoro compiuto al gancio di trazione della locomotiva, misura che non potrebbe aversi, come si è veduto, se non mediante l'integrazione dell'area del diagramma degli sforzi, e quindi a tavolino con l'uso di un ordinario planimetro polare [1] esiste uno speciale apparecchio che automaticamente compie l'integrazione stessa e ne dà l'indicazione e registrazione, numerica e grafica.

Detto apparecchio è composto essenzialmente di un piatto orizzontale di bronzo, 34, perfettamente piano e levigato, il quale mediante due coppie d'ingranaggi 23 e 35 prende moto dall'albero principale 1, e, come questo, compie 21,2 giri per ogni Km. di percorso del veicolo. Su questo piatto si appoggia, con pressione regolata dalla molla 36, una rotellina di acciaio 37 a contorno perfettamente levigato ed un po'

[1] La descrizione e la teoria del planimetro polare comunemente usato sarà svolta in seguito, nella seconda parte della presente nota.

Digitized by Google

convesso, portata dal telaio 38 solidale con l'estremità superiore della leva principale *A* del dinamometro ed avente il suo fulcro nell'albero 39 sul quale può scorrere nel senso longitudinale, appunto per seguire gli spostamenti del dinamometro. Quando questa leva *A* è in centro, il punto di contatto della rotellina col piatto coincide esattamente con il centro di questo; mentre, quando sul dinamometro si esercita uno sforzo di trazione, la rotellina si sposta in avanti ed in direzione parallela all'asse del carro, di una quantità proporzionale all'intensità dello sforzo.

Così stando le cose, si comprende che, quando l'apparecchio è in funzione e cioè il piatto gira, la rotellina non si muove finchè il suo punto di appoggio sul piatto coincide col centro di questo, mentre comincia subito a ruotare, trasportata, per contatto di rotolamento, dal piatto, quando il punto di contatto non coincide più col centro. È poi ovvio che il numero dei giri della rotellina è proporzionale sia alla sua distanza dal centro del piatto, cioè allo sforzo di trazione al gancio, sia al numero dei giri del piatto stesso, cioè allo spazio percorso dal veicolo: è quindi proporzionale al *lavoro* sviluppato al gancio di trazione. Perciò contando il numero dei giri della rotellina e moltiplicandolo per la costante dell'apparecchio, si ottiene direttamente il lavoro compiuto in un determinato percorso. Assai semplice è la determinazione della costante, cioè del numero dei Kilogrammetri misurati da un girò della rotellina. Supponiamo, ad esempio, che questa si trovi alla distanza di mm. 31,8 dal centro del piatto, cioè ad una distanza uguale al suo raggio. In tal caso avrà compiuto un giro quando anche il piatto avrà ruotato completamente intorno al suo asse, ossia quando il veicolo avrà compiuto m. 1000 : 21,2 = m. 47,17 di percorso. Se al dinamometro è applicata una molla da Kg. 2000 a cui corrisponde, come si è veduto, per ogni millimetro di schiacciamento, (misurato all'estremità superiore della leva principale *A* del dinamometro, cioè ove si articola l'asta 18 che registra gli sforzi sulla carta), uno sforzo di Kg. 80, lo sforzo di trazione corrispondente allo schiacciamento di mm. 31,8 sarà di Kg. 2544. Il lavoro corrispondente ad un giro della rotellina sarà perciò, in tal caso:

Kg. 2544 × m. 47,17 = 120.000 Kgm.

Analogamente:

con molla	da	kg.	1000 : un	giro	della	rotellina	= 60.000	kgm.;
»	»	»	500 : »	»	»	»	= 30.000	»
»	»	»	250 : »	»	»	»	= 15.000	»

Il numero dei giri della rotellina è registrato da un contatore 40 per mezzo delle ruote dentate uguali 41 e 42 che ingranano fra loro e delle quali la prima è solidale con la rotellina e la seconda comanda il contatore. Per mezzo di un indice graduato si possono eseguire, su questo, letture con approssimazione di 1/100 di giro della rotellina, cioè per il caso più sfavorevole della molla da Kg. 2000, con l'approssimazione di 1200 Kgm. Eseguendo le letture al principio ed al termine di un determinato percorso si ottiene così, per differenza, il corrispondente lavoro totale compiuto.

È importante notare che l'apparecchio è studiato in modo che indica e registra il solo lavoro positivo o di trazione, che è il solo che interessa nella quasi totalità dei casi.

Digitized by Google

Lo scopo è ottenuto nel modo seguente: quando sul dinamometro si esercitano sforzi di compressione, e per conseguenza la rotellina si sposta indietro rispetto al centro del piatto, l'estrema appendice 43 del telaio 38 portante la rotellina stessa sale sul piano inclinato del supporto fisso 44 e, vincendo la resistenza della molla di pressione 36, fa ruotare tutto il telaio intorno all'albero fisso 39. La rotellina rimane così sollevata dal piatto e quindi, cessato il contatto, cessa la sua rotazione.

Se non esistesse questo dispositivo è evidente che la rotellina spostata, dagli sforzi di compressione, all'indietro rispetto al centro del piatto, girerebbe in senso inverso a quello corrispondente al lavoro di trazione, e quindi la indicazione del numero dei suoi giri risulterebbe alterata.

Come si è detto, oltre alla registrazione numerica del lavoro, l'apparecchio consente anche la registrazione grafica sulla zona continua di carta di cui già si è parlato. Solidale con la rotellina 37 è anche, oltre la ruota dentata 41, il lungo rocchetto 45 imperniato sul già citato telaio 38. Con questo rocchetto ingranano la ruota dentata 46 che fa girare l'albero 47 e le due ruote coniche 48 le quali, pure essendo a distanza invariabile fra loro, possono insieme spostarsi longitudinalmente sull'albero 47. Sulla faccia posteriore di ciascuna delle ruote 48 esiste un risalto 49 che si estende per mezza circonferenza e termina con raccordi a piano inclinato: i detti risalti sui due rocchetti sono sfalsati fra loro di 180°.

Due piccoli rulli 50 imperniati sul supporto fisso, fanno così spostare l'insieme dei due rocchetti ora in un senso ora nell'altro a seconda che sono in contatto con l'uno o l'altro dei risalti 49. Avviene in tal modo che la ruota conica 51 con il relativo albero è condotta alternativamente dall'uno o dall'altro dei rocchetti 48 e quindi, ad ogni mezzo giro della ruota 46, s'inverte il senso della sua rotazione. All'altra estremità, l'albero 51 termina con una chiocciola che ingrana con la parte filettata del porta stilografo 52 il quale si sposta quindi per mezzo giro della ruota 46 in avanti e per l'altro mezzo giro indietro. Combinandosi questo movimento dello stilografo con quello trasversale della zona di carta ne segue che il diagramma risultante consta di una serie di triangoli, come è indicato dalla linea μ (Tav. XI). I tratti di linea di questo diagramma paralleli alla fondamentale ν sono quelli tracciati dallo stilografo 53 quando non si esercita sul dinamometro alcuno sforzo di *trazione.*

Tutto il dispositivo descritto per ottenere periodicamente l'inversione del senso di movimento dello stilografo è reso indispensabile dal fatto che, essendo il lavoro di trazione una quantità continuamente crescente, pure continuamente crescenti sarebbero le ordinate del diagramma rappresentanti il lavoro integrato e quindi lo stilografo uscirebbe ben presto dai limiti della zona della carta. È poi praticamente utile lo spezzamento in triangoli di questa linea integrale perchè più semplice e rapido riesce il computo del lavoro sviluppato in un determinato percorso. Infatti, dati i rapporti delle coppie di ingranaggi in presa, ad ogni inversione di movimenti della matita registratrice corrispondono 7 giri della rotellina 37, e quindi ad ogni 14 giri di questa avviene una doppia inversione, ossia resta disegnato un triangolo. Siccome poi ad ogni inversione semplice corrisponde un'ordinata di mm. 70 di altezza, ne segue che le costanti da usare per l'interpretazione del diagramma del lavoro integrato sono:

Digitized by Google

Costanti dell'integratore registratore del lavoro.

	CON MOLLA DA			
	Kg. 2000	Kg. 1000	Kg. 500	Kg. 250
Ad ogni inversione semplice corrispondono . . Kgm.	120000 × 7 = 840.000	420.000	210.000	105.000
Ad ogni triangolo corrispondono . . . »	1.680.000	840.000	420.000	210.000
Ogni mm. di ordinata vale . . . . . . »	$\frac{840000}{70} = 12000$	$\frac{42000}{70} = 6000$	$\frac{210000}{70} = 3000$	$\frac{105000}{70} = 1500$

Da quanto si è detto risulta evidente che l'inclinazione, rispetto alla fondamentale, dei lati del triangolo cresce con la velocità del treno e con l'intensità degli sforzi di trazione, perchè proporzionalmente a queste due quantità cresce il numero dei giri della rotellina integratrice 37, ossia il lavoro sviluppato.

d) INDICATORI E REGISTRATORI DI VELOCITÀ. — La velocità del treno, che è uno degli elementi più importanti e più difficilmente accertabili con rigorosa esattezza in ogni istante del moto, è indicata e registrata da due apparecchi distinti: il *tachimetro Amsler* ed il *tachimetro Hasler*.

1. – È possibile e facile ricavare la *velocità media* durante il periodo di un minuto primo e di sei minuti secondi servendosi delle distanze fra due segni consecutivi sulle linee ε e δ del tempo segnate sulla zona continua di carta. Essendo infatti V la velocità media in km.-ora, L lo spazio percorso in km. e T il tempo impiegato in secondi, dalla nota formula

$$V = \frac{3600\ L}{T}$$

si può ricavare V in funzione della distanza d, misurata in millimetri, fra due segni consecutivi delle linee predette, tenendo conto della velocità di sviluppo della carta.

Per questi vari casi di sviluppo la velocità media del treno in km.-ora si ricava moltiplicando la distanza d, in millimetri fra due segni consecutivi, per le seguenti costanti:

Velocità medie rilevate sulle linee ε e δ.

		sulla linea ε dei minuti	sulla linea δ dei sei secondi
Con sviluppo della carta di	mm. 600 per Km.	$V = 0{,}1$ d	$V = $ d
	» 100 » »	$V = 0{,}6$ d	$V = 6$ d
	» 20 » »	$V = 3$ d	$V = 30$ d

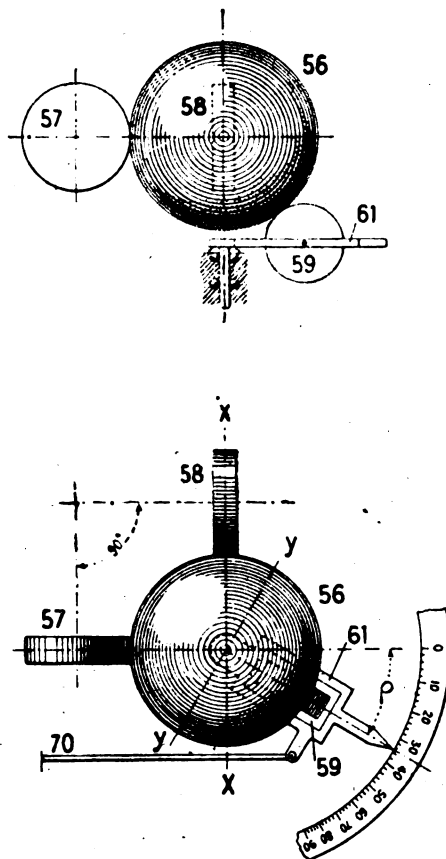
È questo un metodo che dà risultati assai esatti e, specialmente servendosi dei segni sulla linea dei sei secondi, il valore della velocità media ricavata si può praticamente considerare uguale a quello della velocità istantanea in quel determinato

Digitized by Google

punto del percorso, data la brevità del tempo considerato, e nei casi in cui, come per la maggior parte delle usuali ricerche pratiche avviene, i valori di V da determinare si riferiscono a tratti in cui la velocità del treno è *a regime* o quasi.

2. – Il *tachimetro* ideato da *Amsler*, indica in ogni istante la velocità del treno e ne traccia la linea, in funzione dello spazio, sulla stessa zona continua di carta su cui avvengono le altre registrazioni dei diagrammi.

L'apparecchio, indicato schematicamente nelle figure 4 e 5 (e tavole XI, XII e XIII) rappresenta una soluzione ingegnosissima ed elegante del problema della misura della velocità. È costituito essenzialmente da una sfera di acciaio 56 a superficie levigata sorretta dalle tre ruote pure di acciaio ed a superficie levigata piana, 57, 58 e 59 i cui mediani verticali passano tutti per il centro della sfera. L'altra piccola ruota 60 (che è indicata nella figura schematica) serve solo ad impedire che la sfera cada o si sposti in seguito ad eventuali urti del veicolo.

Delle ruote 57 e 58, che hanno lo stesso diametro, la prima gira *con moto uniforme* (1), mentre la seconda gira con velocità proporzionale a quella del treno: i loro assi di rotazione sono ortogonali fra loro e si trovano in un piano orizzontale passante anche per il centro della sfera. L'asse di rotazione della terza ruota 59, situata inferiormente, è portato da un alidada 61, perfettamente mobile, mediante sostegno a sferette, intorno ad un perno verticale il cui asse di rotazione passa pure per il centro della grande sfera 56. Con tale disposizione si ottiene che il centro di questa resta fisso, mentre la sfera stessa può muoversi in qualsiasi direzione e senso trascinata, per contatto di rotolamento, dalle ruote 57 e 58; il suo peso è tale che l'aderenza che si sviluppa nei punti di contatto impedisce slittamenti. È evidente che, se si muovesse soltanto la ruota 57, la sfera ruoterebbe in senso inverso intorno ad un asse XX parallelo a quello della ruota predetta; ma se contemporaneamente si muove anche la ruota 58, la sfera girerà intorno ad un asse YY normale alla risultante delle velocità periferiche delle due ruote, composte con la solita regola del parallelogrammo. La ruota 59, libera di orientarsi in ogni direzione, e condotta per aderenza, dalla sfera, si disporrà necessariamente in quella posizione nella quale è minima la resistenza

Figg. 4 e 5.
Schema del tachimetro « Amsler ».

(1) Tale moto può realizzarsi con qualsiasi sistema, per esempio con un meccanismo di orologeria; il costruttore però ha creato un dispositivo speciale per ottenere il moto uniforme direttamente da quello variabile dell'albero. Di tale dispositivo è fatto cenno a pagina seguente.

Digitized by Google

che si oppone al suo movimento; si disporrà quindi col suo asse di rotazione parallelo a quello intorno a cui gira la sfera perchè solo in tal caso i due corpi si possono condurre per semplice contatto di rotolamento, senza strisciamenti.

L'elemento quindi che l'apparecchio fornisce, quando è in azione, è l'angolo di deviazione ρ (fig. 5), misurando il quale si può determinare la velocità angolare ed il numero di giri della ruota 58 e quindi risalire alla velocità di traslazione del veicolo. Se infatti chiamiamo d il diametro delle due ruote 57 e 58, ω_1 e ω_2, ed n_1 ed n_2 le rispettive velocità angolari ed il numero di giri che ciascuna compie, dal triangolo rettangolare $A\ B\ C$ (fig. 6) sui cui lati CB ed AC sono stati portati segmenti proporzionali alle velocità angolari ω_1 e ω_2 si ricava

$$\omega_2 = \omega_1 \, tag \, \rho$$

ma siccome è anche

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

si ha:

$$n_2 = n_1 \, tag \, \rho$$

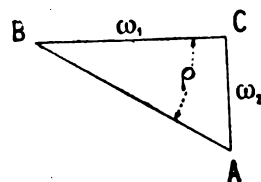



Fig. 6.

Essendo n_1 noto, ed uguale ad una costante, risulta che il numero dei giri n_2 della ruota 58 è proporzionale alla tangente dell'angolo ρ che si può misurare per mezzo di un indice portato all'alidada la cui estremità scorre su di un quadrante graduato. Si ha così il modo di calcolare la velocità del veicolo.

In pratica però sul predetto quadrante le divisioni della graduazione sono segnate già a distanze proporzionali ai valori di tag ρ, e quindi mediante l'indice 61 si leggono direttamente sul quadrante stesso i valori della velocità del treno in ogni istante del moto.

La ruota 58, mediante la coppia d'ingranaggi conici 62, prende moto dall'albero principale 1 e, come questo, compie 21,2 giri per Km. di percorso. Dello stesso albero, che ha moto vario, ha voluto servirsi l'Amsler per ottenere il moto *uniforme* della ruota 57, interponendo fra i due organi un meccanismo rappresentato schematicamente dalla fig. 7 (vedasi anche Tav. XI).

Sull'albero 1 è calettato un tamburo 63 intorno al quale è avvolta una funicella fissata alle due estremità a due perni infissi sulle ruote dentate 64 e 65, folli

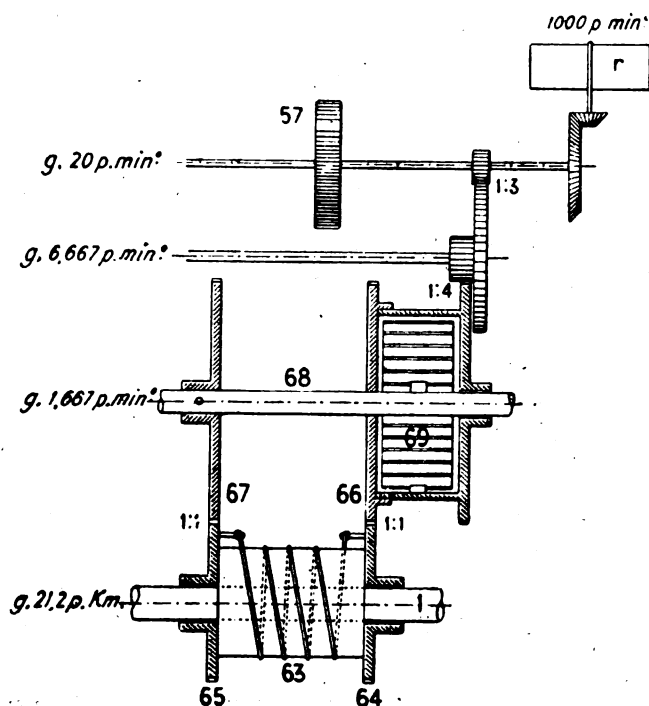



Fig. 7. — Meccanismo Amsler di trasformazione del moto vario in moto uniforme.

sull'albero stesso, e che ingranano con le due ruote dentate 66 e 67, la prima folle e l'altra calettata sull'albero 68. Le due ruote 66 e 67 sono fra loro collegate mediante una molla a spirale 69, fissata a queste nelle due estremità, e la cui tensione iniziale può essere variata con speciale dispositivo. La funicella e la molla a spirale sono avvolte nello stesso senso, che corrisponde anche al senso di rotazione dell'albero principale 1: così stando le cose, si vede che, quando l'albero 1 è fermo, la molla a spirale 69 tenderebbe a scaricarsi, cioè a far ruotare la ruota 66, la quale però dovrebbe far girare in senso inverso la ruota 64 che, mettendo in tensione la funicella considerata inestendibile, dovrebbe trasportare nel moto la ruota 65. Questa allora farebbe girare la ruota 67 in senso contrario alla 66 e quindi tenderebbe a caricare la molla a spirale. Risulta da ciò che, quando l'albero 1 è immobile, le tensioni della molla a spirale e della funicella si fanno equilibrio e quindi le quattro ruote dentate non si muovono.

Quando l'albero 1 è in movimento, per l'attrito che si sviluppa fra la funicella, in tensione, ed il tamburo su cui è avvolta, la ruota 65, tirata dalla funicella, mette in rotazione la ruota 67 e tenderebbe a caricare la molla 69, senonchè la funicella, tendendo ad allentarsi all'estremità opposta (in causa dello stesso moto di rotazione del tamburo), permette alla molla 69 di mantenere la sua tensione iniziale. L'equilibrio fra le tensioni della funicella e della molla a spirale si ristabilisce dunque automaticamente in ogni istante con lo strisciare della funicella sul tamburo, pure essendo tutto il sistema in movimento. Segue da ciò che, per una data tensione iniziale della molla a spirale 69, la tensione della funicella rimanendo uguale a quella della molla non varia col variare della velocità di rotazione dell'albero 1: quindi l'attrito della funicella sul tamburo 63, attrito dipendente appunto dalla tensione della funicella e dalla natura delle due superficie a contatto, rimane costante. Questo attrito determina la rotazione della ruota 67 e quindi dell'albero 68 vincendo la somma delle resistenze che si oppongono al suo movimento: essendo quindi costante il suo valore, sarà uniforme il moto di rotazione dell'albero 68 e cioè costante il numero dei giri della ruota 57 dal predetto albero comandata mediante coppie d'ingranaggi [1].

A costituire la resistenza di tutto il meccanismo in moto, resistenza che fa equilibrio all'attrito di strisciamento della funicella sul tamburo, concorre anche il mulinello regolatore a palette *r* [2]. Solidale con la ruota 67 e quindi con l'albero 68 è poi la ruota 69, a denti di sega, munita di nottolino per impedire che l'albero stesso possa girare in senso inverso.

La tensione iniziale della molla a spirale 69 e quindi l'attrito della funicella sul tamburo, deve essere regolata in modo che sotto al nottolino passino durante ogni

---

(1) Che mediante il meccanismo ora descritto si riesca a rendere uniforme il moto della ruota 57, pur prendendo il movimento dall'albero principale 1, la cui velocità di rotazione varia con quella del treno, si può anche dimostrare matematicamente in modo rigoroso partendo dall'equazione di equilibrio della ruota 66 soggetta alle azioni e reazioni degli organi con essa collegati.

Non si ritiene però il caso di esporre tale dimostrazione teorica, dato il carattere prevalentemente descrittivo della presente memoria.

(2) Per la esatta taratura dell'apparecchio va tenuta presente la variazione di densità del mezzo (aria) in cui il mulinello funziona. In linee di montagna ed in esperimenti che si svolgono durante notevoli variazioni della pressione barometrica, la correzione strumentale che ne deriva è di entità sensibile rispetto alla precisione dell'apparecchio e non va trascurata, mentre, in condizioni normali di esperimento, si può ritenere che il regolatore a palette non ruoti con velocità troppo discoste da quella di 1000 giri al minuto.

Digitized by Google

minuto 120 denti della ruota 69; ciò si riscontra dal rumore del saltellamento del nottolino stesso, cioè dal tic-tac che si ode. In tal caso l'apparecchio è regolato e la ruota 57 compie 20 giri al minuto primo, qualunque sia la velocità di rotazione del l'albero principale 1 e quindi del treno.

Date le resistenze di tutto il meccanismo ed il modo in cui è congegnato, l'apparecchio non è sensibile a velocità inferiori ai 5 Km-ora e l'esattezza delle indicazioni risulta garantita solo per velocità non inferiore a circa 10 Km-ora.

La registrazione della velocità sulla zona di carta si ottiene mediante il sistema articolato composto delle aste 70, 71, 72 (fig. 8 e tav. XI) col quale gli spostamenti dell'alidada, alla quale s'impernia uno degli estremi dell'asta 70, vengono trasformati in spostamenti trasversali, sensibilmente rettilinei, dello stilografo 73. Come per gli altri casi, dalla combinazione dei movimenti, perpendicolari fra loro, dello stilografo e della carta, risulta tracciata su questa linea *i* della velocità in funzione dello spazio, linea riferita alla fondamentale *R* e la cui ordinata massima è di mm. 65 corrispondente alla velocità di 150 Km-ora. Per leggere su questa linea i valori delle velocità si ha una scala speciale, costruita direttamente, ad ordinate non proporzionali.

Fig. 8. — Sistema articolato di trasmissione della registrazione (tachimetro « Amsler »).

Lo scopo principale a cui tendeva la scelta del tachimetro Amsler in confronto di altri tipi, era quello di avere un'indicazione ed una registrazione abbastanza esatte delle *velocità istantanee* in funzione dello spazio (cioè nella stessa zona dinamometrica ed in corrispondenza alla registrazione degli sforzi di trazione, di frenatura, ecc.) che risparmiasse e sostituisse vantaggiosamente i laboriosi e non abbastanza esatti rilievi col metodo descritto nel paragrafo precedente usando le costanti riportate nello specchio. Tali rilievi sono difatti sufficienti per misurazioni normali ma non per le analisi istantanee delle velocità di particolari movimenti (avviamenti, rallentamenti). Il tachimetro Amsler permetteva perciò anche lo studio esatto di percorsi a velocità variabile.

Peraltro il risultato ottenuto dal costruttore col suo apparecchio non è forse così perfetto come si desiderava specialmente a causa del sistema usato per creare la rotazione a velocità costante mediante il regolatore a palette (Vedi nota 2 a pagina precedente).

Tale accessorio richiede in effetto una taratura frequente (per es. per variazioni di pressione barometrica in linee fortemente acclivi), e quindi il tachimetro Amsler è usato solo nei casi speciali in cui esso è indispensabile.

Si ravvisava perciò la necessità di avere un apparecchio tachimetrico che permettesse con la dovuta esattezza, delle misure di velocità senza l'ausilio di frequenti correzioni strumentali. D'altra parte era opportuno avere a corredo degli strumenti di misura, un tachimetro che segnasse la velocità in funzione del tempo, sia per i diretti rilievi in tal senso che sono utili in prove dinamometriche sia per controllo re-

Digitized by Google

ciproco delle grandezze derivanti dallo studio delle curve delle velocità tracciate con uno strumento in funzione del tempo e con l'altro in funzione dello spazio (derivazione e integrazioni grafiche delle curve di velocità).

Da tale desiderio di avere una registrazione tachimetrica in funzione del tempo derivò il proposito di applicare il tachimetro Hasler, che fu installato posteriormente alla costruzione della carrozza dinamometrica.

3. – Tale *tachimetro Hasler*, 54 (Tav. XI, XII e XIII) e del solito tipo usato sulla massima parte delle nostre locomotive, allo scopo di avere registrata, sulla relativa zona di carta, la velocità *in funzione del tempo*. Anche questo apparecchio, come tutti gli altri riceve il movimento dall'albero principale 1 mediante la coppia d'ingranaggi conici 55. Le varie costanti sono in tutto simili a quelle degli altri tachimetri e solo lo sviluppo della carta è doppio di quello solito per avere agio di meglio esaminare i particolari del diagramma della velocità segnato sulla zona.

Si presuppone la conoscenza del noto *tachimetro Hasler* ormai generalizzato sulle locomotive, e se ne tralascia perciò la descrizione, rimandando il lettore alle pubblicazioni esistenti in materia.

Con 150 doppi colpi di scappamento per minuto primo le costanti del *tachimetro Hasler* della carrozza dinamometrica, sono le seguenti:

Sviluppo della carta: mm. 8 per minuto primo.
Linea del tempo: un segno ogni ½ minuto (ossia ogni 4 mm.).
Linea dello spazio: un segno ogni ½ chilometro.

Linea della velocità:
- Velocità massima: 130 km.-ora.
- Ordinata massima: mm. 40.
- Scala: mm. $\frac{40}{13} = 3{,}077$ per 10 km.-ora; ossia km-ora, 3,25 per mm. di ordinata.
- Un segno ogni 3 secondi.

Spazio percorso in metri, in base all'integrazione, per interpolazione, dell'area del diagramma della velocità [1] (essendo V le ordinate, lette in km. all'ora, corrispondenti a ciascuno dei punti):

$$S = \frac{3}{3{,}6} \Sigma V = \frac{5}{6} \Sigma V.$$

[1] La precisione che si raggiunge nella determinazione dello spazio con il metodo della integrazione del diagramma tachimetrico è molto notevole.

L'integrale da risolvere graficamente essendo:

$$S = \int_{v_0}^{v_1} v dt$$

si può apprezzare il dt entro i limiti di 3 secondi, mentre si può apprezzare v entro i limiti di 1/2 m/m di ordinata della zona tachimetrica e cioè di 0,45 m. s.

Ne deriva di conseguenza che la precisione dell'operazione di integrazione grafica può raggiungere un valore compreso tra i limiti di 1 *m* a 1,5 *m.* entro i quali rimane definito l'errore della misura dello spazio.

La determinazione di tale spazio, con l'approssimazione citata, è normalmente eseguita ogni qualvolta si voglia determinare p. es. lo spazio di avviamento di un treno e in conseguenza il perditempo di avviamento per raggiungere una determinata velocità di regime.

Digitized by Google

* * *

e) Il potenziometro fu applicato posteriormente alla costruzione del tavolo degli apparecchi; esso indica e registra in ogni istante, la potenza in cavalli vapore sviluppata dalla locomotiva al proprio gancio di trazione. Si ottiene lo scopo mediante la combinazione di due apparecchi: un integratore del lavoro in tutto analogo a quello già descritto (§ *c*) ed un tachimetro Hasler del tipo comunemente usato sulle locomotive e già citato (§ *d*-3.).

In altri termini, come con un tachimetro si ottiene la misura della velocità differenziando lo spazio sul tempo, così si ottiene la misura della potenza con un analogo apparecchio differenziando il lavoro sul tempo.

Prendendo il moto dall'albero verticale *V* della presa di movimento dall'asse del veicolo, mediante le coppie d'ingranaggi conici 74 e 75 e dell'albero 76, il piatto orizzontale 77 ruota con velocità proporzionale a quella del veicolo, e precisamente, dato il rapporto 1:4 delle ruote d'ingranaggio 74 ed 1:1 della coppia 75, compie 84,8 giri per ogni chilometro di percorso (Tav. XI, XII e XIII).

Dovendo anche in tale caso essere unico il senso di rotazione del piatto, qualunque sia l'orientamento della carrozza dinamometrica rispetto al senso della marcia del treno, ed effettuandosi la presa di movimento direttamente dall'albero *V*, che ruota nei due sensi, anzichè dall'albero principale 1, si è dovuto munire l'albero 76 di due ruote coniche 75^a e 75^b montate folli su di esso (Tav. XIII), ma aventi nel mezzo ricavati due denti che si impegnano coi relativi denti praticati nel manicotto 76′, che è calettato sull'albero ma può farsi scorrere longitudinalmente e quindi fare entrare in presa uno dei suoi denti con una o con l'altra delle ruote coniche. 75^a e 75^b.

Data la disposizione dei due denti del manicotto 76′ e fissato questo, mediante la vite di pressione *d* nell'una o nell'altra sulle sue posizioni estreme, risulta evidente che, qualunque sia il senso di rotazione dell'albero 78, il piatto 77 si può fare girare sempre nello stesso senso poichè condotto dall'una o dall'altra delle due ruote coniche 75^a e 75^b, delle quali una sola è resa, dal proprio dente, solidale con l'albero.

Il piatto 77 è spinto dalla molla 78 (la cui tensione può essere regolata dalla vite 79) contro la rotellina integratrice 80 la quale è condotta, per aderenza, dal piatto a ruotare intorno al proprio asse quando il suo punto di contatto col piatto stesso non coincida col centro di questo. La rotellina 80 è portata dall'albero 81, collegato mediante snodo cardanico che ne permette la rotazione, con un punto della leva principale *A* del dinamometro, e quindi risente di tutti gli spostamenti di questa, spostandosi in avanti od indietro rispetto al centro del piatto, lungo un diametro longitudinale cioè parallelo all'asse del veicolo. Si sa già (vedasi § *c*) che, in tali condizioni, il numero dei giri della rotellina 80, moltiplicato per una costante, dà il lavoro sviluppato; si avrà perciò direttamente la potenza quando si misuri il lavoro sviluppato nell'unità di tempo, ciò che si ottiene misurando il numero dei giri della rotellina nell'unità di tempo cioè la *velocità* di rotazione della rotellina stessa.

Questa *velocità* viene misurata dal tachimetro Hasler di tipo normale 82 e registrata sulla relativa zona che si svolge in funzione del tempo; si ha quindi tracciata direttamente su questa zona la linea della velocità di rotazione della rotellina 80, cioè la linea della potenza sviluppata dalla locomotiva al proprio gancio di trazione.

Digitized by Google

Nell'apparecchio integratore del lavoro del potenziometro non è possibile, per ovvie ragioni costruttive, far cessare la rotazione della rotellina integratrice 80 quando nel dinamometro vengano comunicati sforzi di compressione, cioè quando il punto di contatto della rotellina col piatto si sposta indietro rispetto al centro di questo. Siccome in tal caso il senso di rotazione della rotellina 80 s'inverte mentre il senso di rotazione dell'albero verticale 83 dell'apparecchio tachimetrico deve essere unico, la ruota conica che ingrana con la 84 dell'albero 81 non è calettata sul proprio albero 83 ma è folle su di esso. Nel suo mozzo però sono ricavati dei denti che, impegnandosi con gli analoghi denti di cui è fornito un manicotto calettato sull'albero stesso, e spinto da una molla ad entrare in presa, trasporta l'albero in un solo senso di rotazione mentre nell'altro lo lascia immobile, poichè il manicotto può saltellare ad ogni giro comprimendo la molla stessa.

In tale caso quindi la velocità di rotazione della rotellina, e cioè la potenza sviluppata in seguito a sforzi di compressione, non viene registrata dall'apparecchio.

Come è noto [1], l'unica condizione che deve essere soddisfatta perchè un tachimetro del tipo indicato dia registrazioni esatte della velocità, nella scala della propria zona tachimetrica, è che il suo albero verticale 83, che riceve moto dal corpo in movimento di cui si vuol misurare la velocità, compia 75 giri al minuto primo quando il corpo predetto ha la *massima* velocità che si vuole registrare. Nel caso di cui trattasi dovrà dunque il predetto albero compiere 75 giri quando l'albero 81 compie il numero dei giri corrispondente alla potenza P di 1600 cavalli vapore, massima registrata dall'apparecchio. Ponendo allora:

Fu = sforzo di trazione al gancio della locomotiva, in Kg.

V = velocità del veicolo, in Km-ora,

e scegliendo, per esempio, $V = 130$ Km-ora, dalla relazione:

$$\frac{Fu \times V}{270} = P$$

si trae:

$$Fu = \frac{270 \times 1600}{130} = \text{Kg. } 3323{,}07$$

Tenuto presente che il punto di attacco dell'albero 81 sulla leva principale A del dinamometro è situato alla distanza di mm. 1378 dal fulcro di detta leva cioè 62 mm. più vicino al fulcro rispetto al punto di attacco del porta stilografo 18 che registra gli sforzi di trazione (per il quale, nel caso della molla da Kg. 2000, 1 mm. = 80 Kg), si ricava che la rotellina deve trovarsi spostata in avanti, rispetto al centro del piatto, di millimetri

$$\frac{3323{,}07 \times 1378}{80 \times 1440} = \text{mm. } 39{,}752$$

a questo raggio corrisponde, per un giro del piatto, una lunghezza di circonferenza:

$$2\,\pi \times 39{,}752 = \text{mm. } 249{,}643$$

[1] Come si è detto, si presuppone anche in questa descrizione la conoscenza del funzionamento del tachimetro tipo Hamsler.

Digitized by Google

Supposto, come sopra si è fatto, $V = 130$ Km-ora, ciò che dà il percorso di Km. 2,166 per minuto primo, e tenuto presente, come sopra si è detto, che il piatto compie giri 84, per Km. di percorso, il numero dei giri del piatto per minuto primo è:

$$84,8 \times 2,166 = 183,68$$

quindi lo sviluppo totale delle circonferenze di raggio mm. 39,752, svoltosi in un minuto primo risulta:

$$183,68 \times 249,643 = \text{mm. } 45854,43.$$

Chiamando allora d il diametro della rotellina 80; n' il suo numero di giri al 1'; z' il numero dei denti della ruota conica 84 con la quale ingrana la ruota conica, con z denti, dell'albero 83 che deve compiere $n = 75$ giri al minuto, deve essere:

$$\pi\, d\, n' = \pi\, d.\, 75 \frac{z}{z'} = 45854 \qquad [\alpha]$$

Fissato d risulta determinato il rapporto $\frac{z}{z}$, della coppia d'ingranaggi che comanda l'albero 83, rispettando per questo la condizione fondamentale esposta in principio.

Nel caso dell'apparecchio esistente sulla carrozza dinamometrica si ha:

$$d = 88,5 \quad ; \quad \frac{z}{z'} = \frac{11}{5}.$$

Se in luogo della molla da Kg. 2000 si usa, nel dinamometro, la molla da Kg. 1000 o da Kg. 500 o da Kg. 250 è ovvio che, rimanendo fissi i valori di d e di $\frac{z}{z'}$, il numero dei giri dell'albero verticale 83 del tachimetro diviene rispettivamente 75×2; 75×4; 75×8, perchè il secondo termine della [α] resta moltiplicato per 2, per 4 e per 8; quindi i valori delle ordinate della linea della potenza registrata, letti sulla zona, devono essere rispettivamente divisi per 2, per 4 o per 8 ed analoga operazione deve essere fatta in tali casi per leggere sul quadrante graduato dell'apparecchio la potenza effettivamente sviluppata deducendola da quella indicata dalla lancetta.

Allo scopo poi di avere, per ogni tipo di molla applicata al dinamometro, riprodotte in una scala più grande le ordinate indicanti la potenza sulla zona del potenziometro nella quale l'altezza utile per la registrazione della linea della potenza rimane sempre di 40 mm. si possono sostituire le due ruote dentate coniche per la trasmissione del movimento dall'albero 81 all'83 con altre il cui rapporto $\frac{z}{z'} = 1$. In tal caso risulta dalla [α] che, perchè l'equazione continui a sussistere, l'albero verticale 83 deve compiere un numero di giri:

$$75 \times \frac{z'}{z} = 165$$

Digitized by Google

quindi i valori reali della potenza si dedurranno da quelli *letti* sulla zona od *indicati* sul quadrante dalla lancetta dell'apparecchio moltiplicandoli per il rapporto $\frac{z'}{z} = \frac{5}{11}$.

Sulla zona tachimetrica, l'apparecchio Hasler registra anche, come è noto, gli spazi percorsi marcando un segno, ad esempio, ogni mezzo chilometro cioè ogni tanti giri compiuti della ruota della locomotiva che comunica il moto all'albero verticale 83 del tachimetro; il significato di questi segni, sulla zona del potenziometro, cioè del tachimetro usato come indicatore registratore di potenza, è facile a dedurre perchè la marcatura avverrà ogni tanti giri della ruota 80 che comunica il moto all'albero verticale 83, cioè sarà proporzionale *al lavoro sviluppato al gancio di trazione della locomotiva.*

Ogni spazio compreso fra due punti dell'odografo rappresenterà quindi, a meno di una costante, una determinata quantità di lavoro sviluppato dalla locomotiva.

Si è già detto che, essendo al dinamometro applicata la molla da kg. 2000, l'albero verticale 83 dell'apparecchio compie 75 giri al minuto primo quando la potenza sviluppata è di 1600 cavalli-ora. A questa corrisponde, in un minuto, il lavoro di

$$1600 \times 75 \times 60 \text{ Kgm.}$$

Ad ogni giro dell'albero 83 corrisponderà dunque il lavoro di:

$$1600 \times 60 = 96000 \text{ Kgm.}$$

L'albero cavo che comanda, con la sua vite senza fine, la ruota elicoidale munita di camme ad ognuna della quale corrisponde un punto della linea del lavoro, compie, come è noto, 85 giri al minuto essendo condotto dall'albero 83 con rapporto d'ingranaggio di $\frac{30}{34}$. Siccome poi la ruota elicoidale ha 32 denti e 4 camme, mentre la vite senza fine dell'albero 83 ha un solo dente, ne risulta che sulla linea del lavoro nella zona, viene marcato un punto ogni volta che l'albero 83 ha compiuto giri

$$\frac{32}{4} \times \frac{75}{85} = 7{,}06$$

Ogni punto viene quindi marcato quando si è sviluppato il lavoro di

$$96000 \times 7{,}06 = \text{Kgm. } 677.760$$

cioè Kgm. 678.000 in cifra tonda.

Da questo valore fondamentale si deducono gli altri, corrispondenti al cambiamento delle molle del dinamometro od al cambiamento dell'ingranaggio, seguendo lo stesso criterio sopra esposto per determinare i rispettivi valori della potenza.

Nel seguente prospetto sono riassunti i valori delle costanti del potenziometro, quando l'apparecchio è ben regolato, cioè quando dà 150 colpi di scappamento per minuto.

Digitized by Google

Costanti del potenziometro.

Sviluppo della carta: mm. 8 per minuto. — Linea del tempo: un segno ogni ½ minuto (ogni 4 mm.).

	CON MOLLE DA CHILOGRAMMI							
	2000		1000		500		250	
	con l'ingranaggio		con l'ingranaggio		con l'ingranaggio		con l'ingranaggio	
LINEA DEL LAVORO	11 : 5	1 : 1	11 : 5	1 : 1	11 : 5	1 : 1	11 : 5	1 : 1
un segno ogni Kgm.	678.000	308.000	83.900	154.000	169.500	77.000	84.750	38.500
Linea della potenza — potenza massima HP	1600	727	800	363,5	400	181,7	200	90,9
Linea della potenza — ordinata massima m/m	40	40	40	40	40	40	40	40
SCALE								
Linea della potenza — m/m per 10 HP	$\frac{40}{160} = 0,25$	$\frac{40}{72,7} = 0,55$	$\frac{40}{80} = 0,5$	$\frac{40}{36,35} = \frac{1}{1}$	$\frac{40}{40} = 2.-$	$\frac{40}{18,17} = 2,2$	$\frac{40}{20} = 2$	$\frac{40}{9,09} = 4.4$
Linea della potenza — HP per m/m	40	18,2	20	9,1	10	4,55	5	2,27
un segno ogni 3 secondi								

Il lavoro in chilogrammetri, in base alla integrazione, per interpolazione, dell'area del diagramma della potenza (essendo N le ordinate, lette in HP, corrispondenti a ciascuno dei punti) è

$$\Lambda = 3'' \times 75 \text{ kgm.} \times \Sigma N = 225 \, \Sigma N$$

La registrazione della potenza viene poi riportata anche sulla grande zona continua di carta, ottenendosi così la *linea della potenza in funzione dello spazio*.

Come è noto, nell'apparecchio tachimetrico è l'asta dentata 85 che, alzandosi ed abbassandosi proporzionalmente alla velocità del mobile di cui si vuole misurare e registrare la velocità, fa alzare ed abbassare, per mezzo di articolazioni a snodo, la punta dell'ago che sulla zona traccia la linea di velocità. Alla parte inferiore di questa asta dentata del potenziometro (tav. XIII) è stato collocato un alberello 86 che attraversa la scatola dell'apparecchio e termina in basso con una analoga asta dentata verticale 87, la quale ingrana con una ruota dentata cilindrica 88. Sullo stesso asse di questa ruota ne è calettata un'altra 89, il cui numero dei denti è doppio, e che ingrana con un'altra cremagliera orizzontale 90: questa comanda l'asta porta-stilografo 91. In tal modo gli spostamenti dell'ago sul piano verticale della zona del potenziometro vengono riportati dallo stilografo 92 sul piano orizzontale della grande zona di carta e, dalla combinazione dei movimenti di traslazione, perpendicolari fra loro, della matita e della carta, risulta tracciata su questa la linea λ della potenza in funzione dello spazio (tav. XI).

La dentiera orizzontale 90 può anche ingranare con una ruota dentata cilindrica uguale alla 88: nel caso precedente l'ordinata massima della linea λ rispetto alla fondamentale ν è di mm. 80; in quest'ultimo caso è invece di mm. 40, cioè uguale a quella della zona del potenziometro. Da ciò si deducono le scale per la lettura delle ordinate della linea della potenza in modo analogo a quello esposto per la zona del potenziometro tracciata in funzione del tempo.

Tutte le parti di questa trasmissione di movimento sono leggerissime, munite di contrappesi e scorrevoli su rulli allo scopo di rendere minori le resistenze al movi-

Digitized by Google

mento, dato che questo viene fornito da un apparecchio assai delicato quale è il tachimetro.

* * *

f) ANEMOMETRO. — La resistenza dell'aria, specialmente per treni ad alta velocità, rappresenta una parte assai notevole della resistenza complessiva che un treno in corsa offre al movimento: è sempre opportuno, e per taluni studi necessario, tener distinta tale parte dalla somma di tutte le altre resistenze, tanto più che il suo valore non può, in generale, dedursi dalla velocità del treno stesso, ma è grandemente influenzato dalla direzione e velocità dei venti che s'incontrano nei vari tratti del percorso.

Sorge da ciò la necessità di avere, per la giusta valutazione dei diagrammi dinamometrici, un apparecchio che indichi e registri la direzione e la velocità *relativa* del vento rispetto a quella del treno, potendosi poi con tali dati dedurre la resistenza complessiva dovuta all'aria.

L'apparecchio a tal uopo costruito da Mr. Amsler è costituito essenzialmente da un comune anemometro a cucchiai (tav. IX) situato all'esterno, sopra il tetto della carrozza ed alla massima altezza consentita dalla sagoma limite. L'albero verticale 93 (tav. XI, XII e XIII) su cui è calettato l'anemometro gira dunque con velocità proporzionale alla velocità *relativa* dell'aria rispetto a quella del treno in moto e penetra nell'interno della carrozza terminando, in prossimità della zona continua di carta, con una vite senza fine 94 che ingrana permanentemente con una ruota dentata 95. Solidale con questa è la ruota dentata 96 che può ingranare o no con l'altra ruota dentata 97 perchè il telaio 98, da cui ambedue le ruote 95 e 96 sono portate, può rotare leggermente intorno ad un asse orizzontale, contenuto nel piano della ruota 95 e passante per il suo centro, in seguito all'attrazione di una sua estremità da parte del nucleo dell'elettrocalamita 99, attrazione che vince la tensione della molla di richiamo 100. Il circuito dell'elettrocalamita, mediante un contatto 101 comandato da un eccentrico calettato su uno degli alberelli, ruotanti con moto uniforme, del tachimetro Amsler, rimane chiuso per secondi 3″5 ed aperto per secondi 5″5: perciò la ruota 96 per 3″5 rimane abbassata ed ingrana con la 97, mentre per 5″5 si solleva in seguito all'azione della molla di richiamo 100 e lascia la ruota 97 libera di ruotare in senso inverso. Questa tende a ritornare rapidamente nella posizione originaria, per la reazione dell'altra molla a spirale di richiamo 102, di cui una estremità è collegata ad un punto fisso e l'altra alla ruota 97, molla che ora, libera, tende a svolgersi e riacquistare la tensione primitiva, la quale nel periodo precedente era stata aumentata per l'aumentato numero delle sue spire in seguito alla rotazione imposta alla ruota 97. Siccome quest'ultima alla sua volta ingrana con la cremagliera di cui è munito il carrello porta stilografo 103, che può spostarsi lungo l'asta 104 del supporto 105, ne viene di conseguenza che lo spostamento della matita sarà proporzionale al numero dei giri che ha compiuto l'albero 93 dell'anemometro *durante il periodo di tempo di* 3″5 per il quale la ruota 96 ha condotto la 97. Lo spostamento massimo dello stilografo è dunqne proporzionale alla velocità relativa dell'aria rispetto al treno in moto. Appena cessa l'ingranamento della ruota 96 con la 97, questa, girando rapidamente in senso inverso, riporta la cremagliera nella posizione di origine e quindi la matita 106 rimane per 5″5 sulla linea dello zero.

Digitized by Google

Tutto il supporto 105, e quindi le altre parti finora descritte, è sostenuto da un altro albero verticale cavo 107 e su questo calettato. Tale albero, esterno rispetto al 93, può ruotare intorno al proprio asse, e sale anch'esso fin sopra il cielo della carrozza terminando all'esterno con una banderuola, di tipo comune, che si orienta in ogni istante secondo la *direzione* del vento: anche il supporto 105 rimane quindi orientato in quella direzione.

Così stando le cose, risulta dunque che da ogni disingranamento delle ruote 96-97, cioè ogni 9 secondi, la linea χ tracciata sulla zona continua di carta dello stilografo 106 nel ritornare rapidamente a zero indica: con la sua direzione la direzione del vento rispetto all'asse longitudinale del veicolo, e con la sua ampiezza massima la velocità media *relativa* dell'aria rispetto a quella del treno nel periodo dei 3''5 secondi precedenti.

Il valore dei dati forniti da questo apparecchio non è rigorosamente esatto: si ottengono tuttavia degli elementi *indicativi* utilissimi per l'interpretazione dei diagrammi dinamometrici, e per decidere in casi alquanto dubbi sul valore della loro reale utilizzabilità.

2. - Ergometro di inerzia.

L'ergometro d'inerzia ideato dal compianto ing. Doyen delle Ferrovie dello Stato Belga è un apparecchio idoneo a realizzare insieme tutte le misure che si ottengono con il dinamometro, gli strumenti suoi derivati (indicatore, registratore del lavoro e potenziometro) e i tachimetri.

L'ergometro ha la sua origine dalla elegante teoria fisico-matematica del pendolo di inerzia del Desdouits e mette a profitto la proprietà della rotella integratrice di Abdank-Abakanowicz [1] per integrare meccanicamente e graficamente il lavoro delle forze di inerzia. Esso potrebbe da solo risolvere tutti i problemi sperimentali inerenti alla trazione ferroviaria se, in conseguenza dei notevoli moti perturbatori del veicolo in marcia, specialmente nei riguardi del tipo e delle condizioni del binario su cui questi circolano e del funzionamento in curva, non palesasse una delicatezza estrema ed anomalie nel modo di agire, la cui conseguenza pratica (sommata a quella delle alterazioni di funzionamento dovuta agli attriti generati dalle inclinazioni trasversali del veicolo nelle curve e dalle variazioni di forza viva inerenti alla parte assorbita o restituita dalle masse rotanti del veicolo stesso) si risolve in una quasi continua variazione di quel numero che, come si vedrà in appresso, dovrebbe essere una costante strumentale e sul quale si basano tutti i calcoli: ciò spesso (e specialmente nelle linee ad andamento tortuoso ed a dislivelli rilevanti — che, come è noto, sulle rete italiana sono il tipo dominante) non permette che dalle misure correnti, tratte dalle prove dinamometriche in corsa, si possano dedurre determinazioni pratiche, nei vari campi, sufficientemente esatte da consentire di farvi sicuro affidamento.

L'ergometro del Doyen è perciò uno strumento che serve principalmente di ausilio agli altri installati nella carrozza dinamometrica e che non hanno la sua delicatezza di funzionamento; rimane un elemento ottimo come mezzo per arrivare rapi-

[1] Cfr. Abdank-Abakanowicz, *Les Intégraphes, la courbe intégrale et ses applications*, Gauthier, Villars, 1886.

Digitized by Google

damente e senza fatica di calcolo a stabilire valori di prima approssimazione di elementi la cui esatta determinazione risulta piuttosto laboriosa. Il grado di approssimazione riesce relativamente soddisfacente in linee pianeggianti ed esenti da strette curve quali si hanno nel Belgio, ciò che spiega il largo uso fatto dal Desdouits dell'elegante ed ingegnoso suo apparecchio da cui trae origine, come si è detto, l'ergometro di inerzia.

La teoria dell'ergometro, derivata da quella degli accelerometri propriamente detti (pendoli di inerzia), non troverebbe posto in una memoria prevalentemente descrittiva come la presente; ma tale teoria, così come è esposta dallo stesso Doyen, si

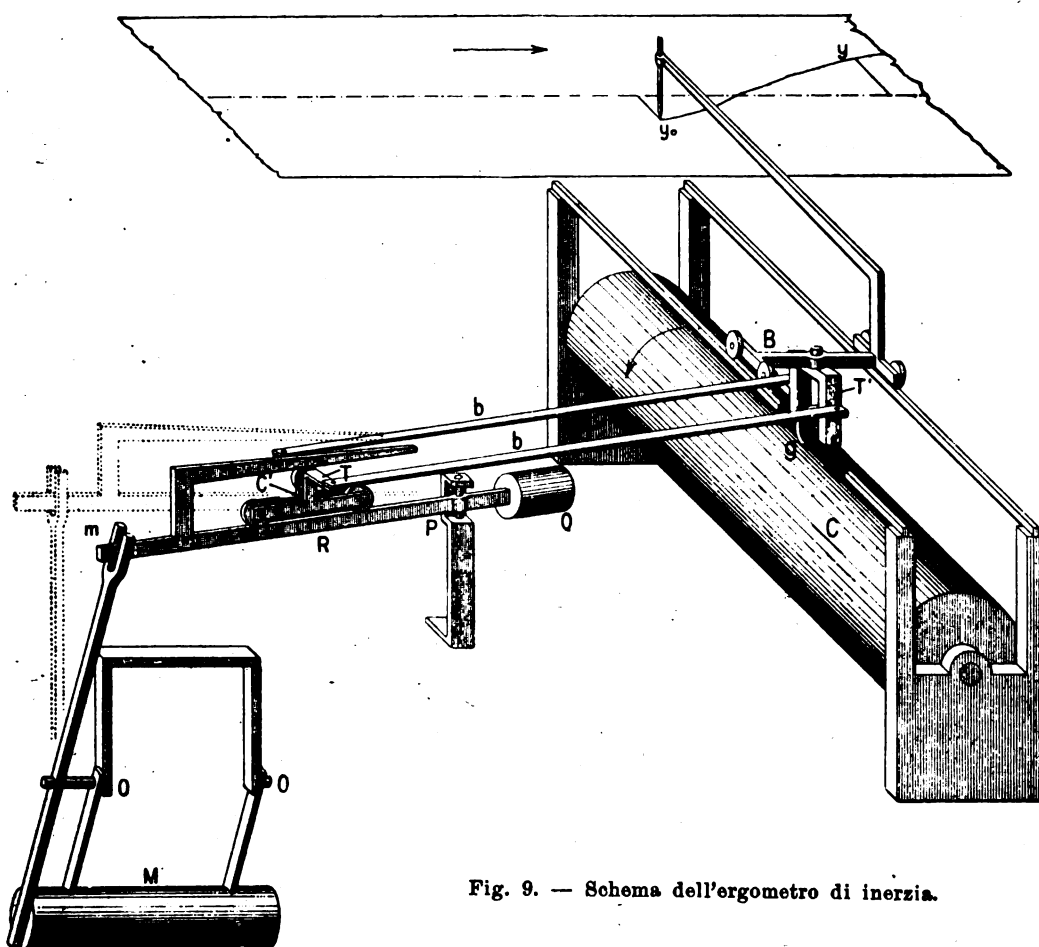



Fig. 9. — Schema dell'ergometro di inerzia.

presenta talmente interessante per gli sperimentatori ferroviari, che non sappiamo rinunciare a darne un cenno in sunto nella nota [1] ad essi destinata.

L'ergometro di inerzia consta essenzialmente di un cilindro C (fig. 9) messo in

[1] Cfr.: *Bulletin de l'Association du Congrès international de Ch. de Fer*, gennaio 1909, Bruxelles; *L'ergomètre d'inertie de Joseph Doyen et les méthodes dynamométriques qui en résultent* par A. Huberti e J. Doyen; stessa Rivista, dicembre 1910; *Méthode belge d'essai de la locomotive en route* par J. Doyen.

a) Rotella di Abdank-Abakanowicz.

L'organo essenziale dell'ergometro è una rotella g con la circonferenza arrotata e quasi tagliente (fig. 9 e tav. XI). Essa è appoggiata su di un cilindro a cui è data la proprietà di opporre una grandissima

Digitized by Google

rotazione con moto proporzionale a quello del veicolo, a mezzo degli ingranaggi 62 che pigliano movimento dall'albero 1 (tav. XI). Sulla generatrice più alta del cilindro C

---

resistenza agli spostamenti della rotella perpendicolari al suo piano di rotazione: ma la rotella può liberamente ruotare intorno al suo asse, trascinata per attrito di rotolamento dal cilindro. Tale asse (fig. 10) è legato dal pezzo verticale AB al regolo CD in maniera che il punto di contatto della rotella è obbligato a restare sempre sulla generatrice superiore del cilindro.

Supponiamo che nella posizione iniziale questo punto di contatto sia in E e che il piano di rotazione della rotella faccia con la generatrice un angolo costante α. Facciamo girare il cilindro di un angolo per cui sia

$$\omega r = arc\, EF$$

essendo r il raggio del cilindro, e sviluppiamo tale angolo come è indicato nella fig. 10 sulla superficie cilindrica sviluppata sul piano OO.

Fig. 10.

La rotella, trascinata dal cilindro, ruota intorno al suo asse, ma, non potendo scivolare perpendicolarmente al suo piano di rotazione, l'angolo α resta costante, mentre il luogo dei punti di contatto della rotella con il cilindro è un arco di elica EG, rappresentato dalla retta eg nella superficie sviluppata. Il punto di contatto essendo soggetto a restare sempre sulla generatrice superiore del cilindro, quando il punto F sarà arrivato in E, la generatrice fg sarà passata da fg a eh e il punto g si troverà in h. Il punto di contatto della rotella si sarà dunque spostato da e in h sulla generatrice superiore. Lo spostamento eh è dato dalla relazione:

$$e\,h = \frac{h\,g}{tg\,\alpha} = \frac{e\,f}{tg\,\alpha}.$$

Se, in luogo di computare gli spostamenti $e\,h$ a partire dal punto e si misurano a partire da una linea d'origine OO arbitraria e si chiama Y lo spostamento del punto di contatto della rotella, per una rotazione ωr, e y_o lo spostamento del punto di contatto E corrispondente all'inizio della rotazione sarà:

$$e\,h = Y - Y_0 = \frac{\omega\,r}{tg\,\alpha}$$

Se infine l'angolo α è variabile, il punto di contatto della rotella descriverà sul cilindro una curva qualsiasi, di cui $e\,g$ rappresenta lo sviluppo (fig. 11); e per una rotazione infinitesima $d\,\omega$, si avrà:

$$d\,Y = r\frac{d\,\omega}{tg\,\alpha}$$

ed integrando tra $\omega = o$, e $\omega = \omega$

$$Y - Y_o = \int_{\omega = o}^{\omega = \omega} r\frac{d\,\omega}{tg\,\alpha} \qquad [a]$$

Fig. 11.

b) Pendolo di inerzia del Desdouits.

Il pendolo oscilla intorno all'asse O trascinando un regolo KL che può girare intorno ad un punto fisso K (fig. 12, 13 e 14).

Supponiamo che la massa del pendolo sia sottoposta all'accelerazione W. Il punto M di massa m sarà sollecitato da una forza

Digitized by Google

si appoggia una rotella g connessa con una forcella T' in modo da dover rimanere sempre a questa normale. La forcella T' è un lato del parallelogrammo articolato $TbbT'$.

---

di inerzia mW diretta in senso contrario alla accelerazione W. Il pendolo assumerà la posizione di equilibrio OM' (fig. 12).

La condizione di equilibrio del punto M di massa m è data da:

$$m\, W.\, \overline{OM'}.\, \cos\beta = mg.\, \overline{OM'}\, \operatorname{sen}\beta$$

da cui

$$W = g\, tg\, \beta$$

oppure

$$tg\, \beta = \frac{W}{g}$$

Indicando con l la distanza OL del punto di oscillazione del pendolo dal piano di oscillazione del regolo KL e con z lo spostamento LL' del punto L in questo piano, in conseguenza della deviazione β dell'asse verticale del pendolo, avremo:

$$Z = l\, tg\, \beta = l\, \frac{W}{g} \qquad [b]$$

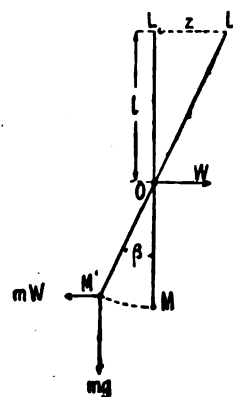



Fig. 12.

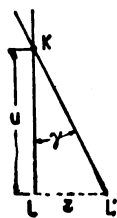



Fig. 13.

L'angolo orizzontale γ (fig. 13) di cui si è spostato il regolo orizzontale, dà per valore di Z:

$$Z = u\, tg\, \gamma \qquad [c]$$

per cui combinando la [b] con la [c]

$$l\, \frac{W}{g} = u\, tg\, \gamma$$

e quindi

$$tg\, \gamma = \frac{l}{u}\, \frac{W}{g} \qquad [d]$$

Il regolo KL chiamato *retta direttrice* è mantenuto costantemente parallelo, per costruzione, al piano di rotazione della rotella di cui si è parlato al comma *a*) (pag. 111).

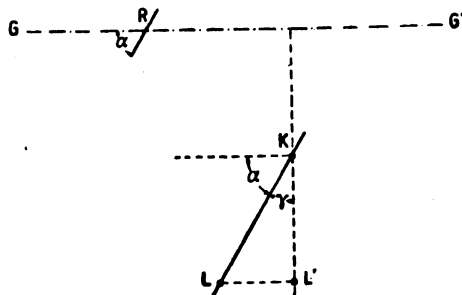
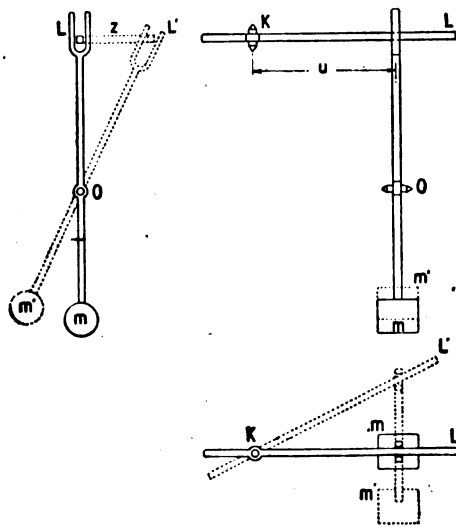
Per costruzione, la direttrice KL' è normale alla generatrice GG' del cilindro quando il pendolo è perpendicolare al piano di oscillazione di tale direttrice: e perciò l'angolo α sarà in ogni istante uguale al *complemento dell'angolo* γ (fig. 15).

Si avrà:

$$tg\, \alpha = \frac{1}{tg\, \gamma}$$

Fig. 15.

Fig. 14.

Digitized by Google

All'altro lato T di questo parallelogrammo è unito, soddisfacendo alla stessa condizione costruttiva, un carrello C' che può spostarsi lungo una sbarra orizzontale R

---

e per la [d]:

$$tg\,\alpha = \frac{u\,g}{l\,W}$$

Sostituendo $tg\,\alpha$ con il suo valore nell'equazione [α] si avrà:

$$Y - Y_0 = \int_0^{\omega} r\,\frac{d\,\omega\,l\,W}{ug} = \frac{l}{u}\int_0^{\omega}\frac{W\,r\,d\,\omega}{g} \qquad [e]$$

È importante notare che, durante la marcia, l'inclinazione del profilo della linea è senza azione sul pendolo. La semplice dimostrazione analitica di tale risultato è sintetizzata dalla seguente conclusione a cui giunge testualmente il Desdouits: « Il importe de remarquer que les indications du dynamomètre d'inertie sont « indépendantes de l'inclinaison de la voie et expriment toujours la résultante des efforts moteurs et résis- « tants du train, abstraction faite de l'action éventuelle de la pesanteur. En effet, la composante statique « introduite par la gravité est identiquement détruite en marche par sa composante d'inertie ». (Cfr.: *Revue Gén. des Ch. de Fer*, 1883, pag. 222 (nota) e *Bull. du Congrès des Chem. de Fer*, 1905, pag. 2563).

La dimostrazione analitica di tale affermazione è assai semplice e per brevità si tralascia.

In conseguenza, se F è la resultante degli sforzi motori e resistenti — astrazione fatta della gravità — riferita ad una tonnellata di treno, l'accelerazione W sarà data dalla formula:

$$W = \frac{Fg}{1000}$$

mentre l'accelerazione reale W' del treno, in cui è compresa la gravità, sarà:

$$W' = \frac{g}{1000}(F \pm i)$$

essendo i la livelletta in mm. per metro.

Bisognerà considerare W in tutti i casi in cui si avranno di mira gli sforzi motori e resistenti (lavoro motore del vapore, resistenza in marcia, efficacia di un freno, ecc.), mentre si considererà W' quando si tratterà di apprezzare le variazioni di velocità.

c) *Determinazione del lavoro motore e resistente.*

Riprendendo l'equazione generale [e], e ricordando che il cilindro C ruota di moto proporzionale alla ruota del veicolo, si può porre, essendo E lo spazio percorso dal veicolo,

$$r\,\omega = n\,E$$

o il suo differenziale

$$r\,d\,\omega = n\,d\,E$$

per cui la [e], ponendo

$$W = \frac{Fg}{1000}$$

diviene

$$Y - Y_0 = \frac{l}{u}\int_0^{E}\frac{F}{1000}\,n\,d\,E = \frac{n\,l}{1000\,u}\int_0^{E} F\,d\,E$$

da cui

$$\int_0^{E} F\,d\,E = \frac{1000\,u}{n\,l}(Y - Y_0)$$

e ponendo

$$\frac{u}{n\,l} = C$$

la formula precedente diviene

$$\int_0^{E} F\,d\,E = 1000\,C\,(Y - Y_0) \qquad [f]$$

Digitized by Google

girevole intorno ad un punto P ed equilibrata mediante un contrappreso Q. La sbarra R è inserita nella forcella m con la quale termina un'asta verticale connessa

---

L'ordinata $Y - Y_0$ del diagramma corrispondente allo spostamento della rotella sulla generatrice del cilindro misura il lavoro compiuto dalla forza fra due punti estremi dello spazio che si considera.

Le unità adottate per la [f] sono il Kg. e il metro. Per avere le misure in Kgm., misurando gli spostamenti della rotella in mm. la formula diviene:

$$\int_0^E F\, d\, E = C\,(Y - Y_0) \qquad [f']$$

con la quale si risolvono tutti i problemi relativi ad esperienze dinamometriche. I particolari di sviluppo dei calcoli sono esposti nelle memorie citate in principio della presente nota e saranno riassunti in seguito (cfr.: nota 1 a pag. 146).

d) Verifica del montaggio dell'ergometro.

La verifica fondamentale è quella che riguarda l'ortogonalità della direttrice alle generatrici del cilindro quando il pendolo è normale al piano di oscillazione della stessa direttrice. L'esattezza di tale condizione *è essenziale per il buon funzionamento dell'apparecchio* perchè gli errori si integrano così come le forze, in maniera che la più piccola inesattezza raggiunge, alla fine del viaggio, un valore tale da infirmare la bontà dei risultati ottenuti.

Sia A (fig. 16) la proiezione dell'asse del pendolo, perpendicolare al piano di oscillazione della direttrice; K l'asta della direttrice; BC la generatrice superiore del cilindro supposto sviluppato.

Per la posizione considerata del pendolo, la rotella dovrà essere perpendicolare alle generatrici del cilindro e per conseguenza K si troverà in K' sulla perpendicolare AH a BC.

L'errore $KK' = \Delta$ provoca una inclinazione alla rotella, in maniera che ad uno spostamento DF delle generatrici, il punto di contatto si sposta erroneamente della quantità DG.

Risulta:

$$DG = EF = DF \operatorname{tg} \delta = DF \frac{\Delta}{u}$$

Fig. 16.

Supponiamo che lo spostamento DF, corrispondente ad un percorso E del treno, sia uguale ad $n\,E$, quindi l'errore commesso sul percorso E sarà $\frac{n\,E}{u}\,\Delta$ e la differenza delle ordinate $Y - Y_0$ dovrà essere corretta di tale quantità.

Y ed Y_0 essendo le ordinate tracciate dall'ergometro, V e V_0, le velocità al principio e alla fine del percorso E, ed H la differenza di livello di questi due punti, si avrà:

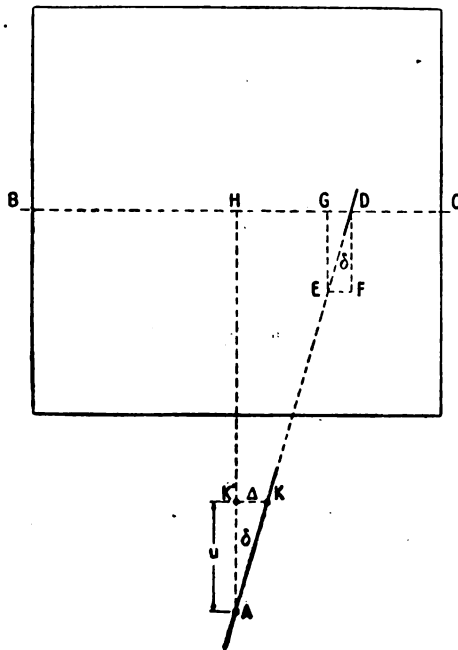
$$\frac{1000}{2\,g}\,(V^2 - V^2{}_0) = C\left(Y - Y_0 - \frac{n\,E}{u}\,\Delta\right) \mp 1.000\,H$$

e se si opera tra due fermate del treno, $V = V_0 = 0$, da cui:

$$o = C\left(Y - Y_0 - \frac{n\,E}{u}\,\Delta\right) \mp 1.000\,H$$

Percorrendo la stessa sezione in senso inverso, dopo aver girato la vettura dinamometrica, si avrà:

$$o = C\left(Y' - Y'_0 - \frac{n\,E}{\omega}\,\Delta\right) \pm 1.000\,H$$

Digitized by Google

con un pendolo M del quale il fulcro OO è collegato al telaio della vettura. La rotella g, oltrechè all'asta T' è collegata mediante un pernio ad un carrello B che può spostarsi parallelamente al cilindro C, venendo guidato da piccoli rulli che si appoggiano sulle guide disposte parallelamente alle generatrici del cilindro. Questa rotella, il cui bordo è tagliato a spigolo vivo, può girare e spostarsi lungo la generatrice più alta del cilindro C, ma non può modificare la sua direzione rispetto a questa fintantochè non varia la disposizione della sbarra R ruotante intorno a P, ossia fino a che non si modifica la inclinazione del pendolo e quindi dell'asta verticale che comanda la sbarra R.

Dalla teoria riassunta nella nota 1 di pag. 111, si rileva che agli spostamenti della rotella g, tra due punti, iniziale e finale, e che sono tracciati sulla zona dinamometrica a mezzo dell'apposito stilografo connesso con il carrello B, corrispondono due ordinate Y ed Y_0 di cui la differenza dà il lavoro che si ricerca. Tale lavoro Δ, essendo E lo spazio percorso dal treno ed $F = \frac{W}{g}$, risulta espresso dalla relazione:

$$\Delta = \int_o^E F\,d\,E = C\,(Y - Y_o) \qquad [f']$$

Le unità adottate nella (f') sono il Kg. per gli sforzi ed il millimetro per gli spostamenti della rotella. In altre parole, la costante C esprime il numero di chilogrammetri corrispondenti ad un millimetro di ordinata letto sulla zona.

Il metodo per la determinazione diretta della costante C è indicato nella teoria dell'ergometro riassunta nella ricordata nota.

Costruttivamente, la costante C è espressa da $C = \frac{u}{n\,l}$ essendo n ed l le parti dell'apparecchio indicate nelle fig. 12, 13 e 14. Esse hanno, nel nostro ergometro di inerzia, le seguenti dimensioni:

$$u = {}^m/_m\ 150 \qquad ; \qquad l = {}^m/_m\ 625$$

Sommando le due equazioni si avrà:

$$o = C\,(Y - Y_0 + Y' - Y'_0) - 2\,C\,\frac{n\,E}{u}\,\Delta$$

e infine:

$$\Delta = \frac{u}{2\,n} = \frac{Y - Y_0 + Y' - Y'_0}{E}$$

È dunque molto semplice determinare ed eliminare l'errore.

e) Determinazione diretta della costante strumentale C.

Se $\Delta = o$, l'equazione sopra scritta, tra due fermate dà:

$$C\,(Y - Y_0) = \pm\,1.000\,H$$

$$C = \frac{\pm\,1.000\,H}{Y - Y_0}$$

Si è visto in principio che questa costante è uguale a $\frac{u}{n\,l}$ e quindi si può misurare direttamente, conoscendo u, n, l; ma è ben difficile determinare tali elementi in modo assolutamente preciso e quindi si consiglia di ricalcolarli sempre con il metodo diretto ora esposto.

Digitized by Google

Inoltre è pure $n = \frac{r\,\omega}{E}$ dove $r = 27$ m/m è il raggio del cilindro, E lo spazio percorso dalla carrozza, ed $r\omega$ il corrispondente sviluppo della superficie del cilindro.

Il cilindro prende movimento dall'albero 1, mediante una coppia di ingranaggi 62, in modo che ad ogni giro dell'albero 1 corrisponde $\frac{1}{6}$ di giro del cilindro.

Ma ad ogni giro dell'albero 1 la carrozza percorre m. $\frac{1000}{21,2} = 47,17 = E$ mentre la superficie esterna del cilindro percorre m. $\frac{\pi\,r}{3} = \frac{\pi\ 27}{3000} = 0,0283$

Ne risulta:

$$n = \frac{0,0283}{47,17} = 0,0006$$

La costante C, per i dati costruttivi indicati, rimane perciò definita dal seguente valore numerico

$$C = \frac{u}{n\ l} = \frac{150}{0,0006 \times 625} = 4000$$

Tale costante deve però essere controllata sperimentalmente di volta in volta, per avere la garanzia che non esista un errore sistematico dello strumento (come può essere quello della non perfetta ortogonalità della rotella g con le generatrici del cilindro nella posizione di quiete dell'ergometro: tale errore si può sempre facilmente rilevare facendo correre la zona mentre il pendolo è in posizione di riposo verticale; in detta condizione la linea dello stilografo dell'ergometro deve sempre essere parallela alla linea dello zero) e per riguardo a quelle alterazioni nel funzionamento e quindi nel valore della costante C che derivano dai moti perturbatori del veicolo, dall'armamento, dall'inclinazione trasversale del veicolo in curva e conseguenti attriti dell'apparecchio, dalle variazioni dovute alle forze vive assorbite o restituite dalle masse ruotanti della carrozza dinamometrica.

3. – Apparecchio per lo studio del freno ad aria compressa.

L'apparecchio per lo studio del freno ad aria compressa, è un apparecchio pneumatico registratore Kapteyn (Tav. XIV) [1].

I cilindretti a stantuffo A, B, C (Tav. XIV) del tipo di quelli usati negli indicatori di pressione per macchine a vapore, agiscono rispettivamente sulle leve A_1, B_1, C_1, portanti ciascuna all'estremità una punta metallica che segna su apposita carta sensibile continua. I cilindretti sono posti rispettivamente in comunicazione con il cilindro, con il serbatoio e con la condotta del freno Westinghouse per la carrozza dinamometrica. Le molle a spirale interne permettono uno spostamento delle punte corrispondente ad 1'' per ogni 25 libbre di pressione per pollice quadrato; ossia mm. 25,4 per ogni Kg. 1,76 per cm.^{2}, ovvero mm. 14,4 per ogni Kg.cm.^{2}

---

[1] Cfr.: *L'Ingegneria ferroviaria*, anno 1905, pag. 10.

Digitized by Google

Le punte si muovono lungo tre feritoie parallele fra loro e che distano fra loro millimetri 114 [1].

Sulla stessa feritoria della punta A, si trovano altre quattro punte rialzate e indicate nella Tav. XIV con I, II, III, IV.

La 1, comandata da una elettrocalamita, segna il numero dei giri dell'albero T, e perciò viene chiamata *contatore*. Tale albero, per mezzo di un ingranaggio, è mosso dalla puleggia F che prende a sua volta movimento direttamente dalle ruote della carrozza dinamometrica. Il rapporto di trasmissione è tale che la puleggia F a cerchioni nuovi di un metro di diametro, compie 640 giri per Kilometro, l'albero T ne compie 371; cosicchè è facile, per mezzo della registrazione della punta I, calcolare lo spazio percorso dalla carrozza.

La punta II segna il momento in cui il macchinista comincia ad aprire i freni, la III invece segna il momento in cui il macchinista comincia a frenare; perciò le dette punte sono mosse da due elettrocalamite distinte, messe in comunicazione elettrica con il robinetto del macchinista, mediante apposita conduttura.

La punta IV è pure mossa da una speciale elettrocalamita la quale è in circuito con un orologio D a secondi: essa traccia un segno ogni $\frac{1''}{2}$ oppure ogni 2'' a seconda che il bottone E dell'orologio si trova spostato verso sinistra o verso destra dell'operatore.

La carta continua sulla quale viene registrato il diagramma, può essere messa in moto o direttamente dalla carrozza dinamometrica, mediante una presa di movimento speciale che fa capo alla puleggia F, oppure da un congegno di orologeria.

Per ottenere che lo svolgimento della carta avvenga nel primo modo, e quindi la sua velocità sia proporzionale a quella della carrozza, occorre tirare verso l'esterno il bottone bianco a molla M, posto posteriormente a destra dell'apparecchio.

In tal caso, mediante la leva K si può imprimere alla carta due velocità diverse; con la leva a sinistra dell'operatore si ha la massima velocità, con la leva a destra si ha una velocità pari ad $^1/_4$ della precedente. Si ha poi una terza posizione intermedia alle due precedenti, nella quale si ottiene l'arresto della carta.

La leva O agisce su di un ingranaggio conico doppio il quale serve a far sì che la carta si svolga in un determinato senso (verso destra) qualunque sia il senso del moto della carrozza.

Per ottenere invece che il moto della carta avvenga mediante il congegno di orologeria, cioè con ascisse proporzionali ai tempi anzichè agli spazi, si deve fare la manovra inversa sul bottone M e ruotare verso la sinistra dell'operatore la leva L. La velocità della carta, in questo caso, si può variare mediante la vite R, munita di controdado, la quale agisce su di un regolatore ad alette; girando detta vite verso destra la velocità diminuisce, il contrario avviene se la si gira verso sinistra. Per caricare il movi-

---

[1] È in istudio la modificazione dell'apparecchio per aggiungere ai tre cilindretti a stantuffo attuali altri due cilindretti da mettere in comunicazione coi serbatoi e coi cilindri a freno di un rotabile vicino alla carrozza dinamometrica. Con tale modificazione sarà possibile confrontare la frenatura di due veicoli contigui provvisti per es.: di due tipi diversi di valvole triple (p. es.: valvola normale ad azione rapida, valvola tipo L_1 tipo L_2 ecc.).

Digitized by Google

mento di orologeria serve una manovella a denti che si deve applicare sull'albero *N* e girare verso la sinistra dell'operatore.

Dal diagramma ottenuto è facile calcolare lo spazio percorso durante la frenatura, mediante il numero dei giri dell'albero *T*, segnato dalla punta I. Quando però si debba escludere per qualche ragione, il contatore, ciò che si ottiene mediante apposito interruttore, o quando si desideri avere un controllo del contatore stesso, si può misurare direttamente tale spazio mediante un apposito apparecchio tachimetrico *Q* a quadrante graduato a doppia scala. Prima di fare funzionare detto apparecchio si mette a zero (460) l'indice del quadrante e si sposta verso sinistra la leva *V*, nella quale posizione essa è mantenuta da apposita appendice dell'ancora di un elettromagnete che si trova in circuito con quello segnato III. Quando il macchinista frena, la leva *V* viene liberata e l'indice comincia a girare a mezzo di apposito rotismo che prende il moto della puleggia *F*. Quando il treno si ferma, si arresta pure l'indice il quale segna direttamente in metri, sul quadrante graduato, lo spazio percorso.

Dal diagramma si può anche ricavare la velocità media del treno lungo un dato percorso, poichè in esso è registrato il tempo mediante la punta IV, e lo spazio percorso mediante la punta I. Per avere però direttamente segnata la velocità in ogni istante, si ha un apposito tachimetro *G* mosso dalla puleggia *F*.

4. – Apparecchi di scandaglio della linea e dei movimenti relativi delle varie parti della locomotiva o dei veicoli.

Lo studio dei movimenti relativi di un punto determinato di un veicolo rispetto ad un altro punto del veicolo stesso, non invariabilmente congiunto col primo, è molto importante per la valutazione della stabilità in marcia dei rotabili in genere e delle locomotive in ispecie. Esso è evidentemente connesso anche a tutto l'insieme di esperimenti, di studio e di calcoli che servono a dare i criteri di base sia per la determinazione delle velocità massime ammissibili nei rotabili che per la determinazione delle sollecitazioni secondarie dinamiche sopportate dalla strada ferrata (armamento ed opere metalliche) in conseguenza delle componenti orizzontali e verticali dei moti parassiti a cui sono soggetti i rotabili in marcia.

La carrozza dinamometrica è provvista di un apposito apparecchio registratore del moto relativo di un punto rispetto ad un altro di un veicolo, nella forma ideata dall'ing. M. Sabouret delle Ferrovie dell'Ovest francese (1).

Come caso particolare l'apparecchio Sabouret può misurare:

1° le variazioni della freccia delle molle, riferite all'asse del veicolo;

2° il moto di serpeggiamento di un asse, misurato orizzontalmente, riferito al telaio del veicolo;

3° il movimento composto, rispetto al telaio del veicolo, della traversa oscil-

(1) L'autore ha dato una completa descrizione del proprio apparecchio in una memoria pubblicata nel 1904 (Cfr.: *Revue Générale de Ch. de Fer*, 27° anno, 1° semestre, n. 2, 1904, pag. 65 a 82; *Étude des mouvements secondaires sur les véhicules en marche:* par M. SABOURET, ingénieur en chef du Matériel et de la Traction des Ch. de fer de l'Ouest).

Digitized by Google

lante di un carrello, della rotazione del carrello stesso intorno al pernio e del suo spostamento trasversale (problema dell'iscrizione in curva);

4° lo spostamento relativo di un fusello nella boccola;

5° lo spostamento relativo dei respingenti contigui di due veicoli accoppiati.

Lo studio cinematico di questi diversi movimenti, e di qualsiasi altro movimento che si possa facilmente schematizzare, si riduce a quello della variazione di distanza di due punti, e cioè alla misura di una oscillazione *lineare*. L'apparecchio che serve a questa determinazione è chiamato dall'autore *esploratore lineare*.

Ma oltre ai movimenti del tipo di quelli sopra indicati, nei rotabili in marcia si verificano altri movimenti parassiti di carattere dinamico, come ad esempio urti delle ruote sui giunti delle rotaie, tamponamenti di due veicoli contigui ecc. Le sollecitazioni dovute a tali movimenti parassiti, che sono caratterizzate dalla velocità della massa al momento dell'urto, sono proporzionali ai valori di tale velocità. Una rappresentazione grafica approssimativa di tale velocità, e quindi delle sollecitazioni di cui sopra, si ottiene con un apparecchio detto *esploratore balistico*.

Gli apparecchi Sabouret sono caratterizzati dal fatto di essere registratori a distanza per mezzo di comandi pneumatici. Essi sono essenzialmente costituiti dai tre organi seguenti:

a) *esploratori propriamente detti*, lineari o balistici che vengono installati sui differenti pezzi di cui si vuole studiare il movimento;

b) *trasmissione pneumatica* che collega gli esploratori all'apparecchio registratore;

c) *apparecchio registratore* che raccoglie su di una unica zona di carta le indicazioni dei diversi esploratori, riferendole costantemente sia al punto del percorso che alla velocità istantanea di marcia, in cui esse furono prese.

Per maggior chiarezza di esposizione giova descrivere subito la trasmissione pneumatica. Essa è del tipo già studiato dal Marey e dal Couard per la determinazione delle deformazioni locali dell'armamento [1]. Si compone essenzialmente di due piccoli tamburi di ottone chiusi da una membrana di guttaperca e collegati tra di loro da un tubo (fig. 17).

Ogni spostamento del centro *a* della membrana del tamburo - esploratore *A* produce uno spostamento proporzionale del centro *a'* della membrana del tamburo registratore *A'*; il movimento di *a'* amplificato da una leva *a'oP* è registrato dalla penna *P* su di una zona di carta *F* che si svolge davanti ad essa.

Fig. 17.
Schema di esploratori semplici Sabouret.

Si può proporzionare facilmente la sensibilità del sistema all'ampiezza dei movimenti da misurare, facendo variare il diametro dei tamburi e la lunghezza dei bracci di leva che sono impiegati sia per l'esploratore che per il registratore.

La trasmissione Marey si presta bene soltanto allo studio *qualitativo* di ogni mo-

[1] Cfr. *Revue Générale de Ch. de Fer*, ottobre 1887.

Digitized by Google

vimento. Difatti se i movimenti sono molto rapidi, l'inerzia dell'aria, delle membrane e delle leve, così come la resistenza dell'aria nei tubi, riducono la sensibilità del sistema e gli tolgono precisione: inoltre, nei movimenti molto lenti, le variazioni di temperatura esercitano influenze perturbatrici che non sono trascurabili. Si vedrà in seguito come si possono attenuare, senza peraltro eliminarle, tali cause di errori strumentali.

Ma si tenga ben presente che i vari apparecchi Sabouret non possono essere praticamente utilizzati come istrumenti *di misura*; essi rimangono tuttavia utili istrumenti esploratori, cioè di scandaglio, in quanto valgono a dare una chiara rappresentazione grafica approssimativa dell'andamento dei fenomeni.

La trasmissione pneumatica ha certe particolari qualità che è bene conoscere.

1. Movimenti combinati. — Consideriamo due tamburi esploratori A e B posti in due punti differenti a e b (fig. 18) e riuniamo i punti che partono da essi in un solo tubo collegato con il tamburo registratore E.

Il registratore darà ad ogni istante *la somma algebrica* degli spostamenti dei punti a e b. Se i due spostamenti sono per esempio, quelli delle due estremità m ed n di uno stesso asse riferiti alle due piastre di guardia in un piano orizzontale (fig. 19) la somma algebrica degli spostamenti mm'-nn' misura lo spostamento angolare dell'asse rispetto al telaio (che trova applicazione, p. es., nello studio della convergenza degli assi nell'iscrizione in curva). Se invece gli esploratori saranno installati alle due molle di uno stesso asse, per esempio l'asse anteriore di una locomotiva, il dispositivo darà le variazioni del carico totale dell'asse stesso.

Fig. 18.
Registrazione dei movimenti combinati.

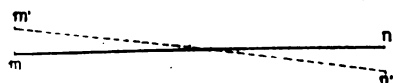



Fig. 19.

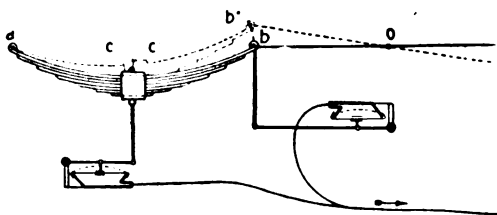



Fig. 20.
Movimento combinato di molla e bilanciere.

Quando una molla ab, è collegata, alla sua estremità b ad un bilanciere (fig. 20), la freccia propria della molla misura il suo lavoro di deformazione che è uguale a $cc' - \frac{bb'}{2}$. È facile registrarlo direttamente, con la combinazione di due esploratori uno in c, che misura cc', ed uno in b che misura bb'. Il tamburo di questo ultimo sarà montato in senso inverso di quello messo sulla molla c.

Abbiamo infine con tal mezzo la possibilità di registrare in modo semplice ***il sincronismo*** di due movimenti, cosa utilissima, per esempio, quando si voglia riconoscere l'entità di movimenti armonici che provochino scaricamenti pericolosi degli assi dei rotabili.

2. Registrazione sdoppiata. — Supponiamo che il tubo proveniente dal tamburo esploratore A sia sdoppiato con due tubi registratori E^1 ed E^2 (fig. 21). Si otterrà così una doppia curva di movimenti osservati che può servire, per esempio, nel caso dello studio particolare della forma di alcune oscillazioni.

Digitized by Google

In generale è opportuno che la zona di carta registratrice abbia una velocità di sviluppo abbastanza piccola, che sia sufficiente solo a rendere visibile l'*ampiezza* e la *frequenza* dell'oscillazione misurata.

Ma se si vuole studiare la *forma* dell'oscillazione, è invece necessaria una velocità molto maggiore. Dando questa maggiore velocità ad una sola delle due zone, che dovrà avere una sensibilità maggiore (ago registratore su carta sensibile a lievissimo strofinio), si avrà un tamburo registratore dell'ampiezza della frequenza dell'oscillazione, ed un altro registratore della forma di essa.

Fig. 21. — Registrazione sdoppiata.

3. Correzione per le variazioni della temperatura. — L'insieme dei due tamburi di cui sopra e della trasmissione costituisce uno spazio chiuso elastico, sensibilissimo alle variazioni di temperatura. In generale tali variazioni sono molto lente rispetto a quelle dei movimenti da studiare e perciò non hanno importanza. Se si desidera di eliminare tale influenza perturbatrice lo si può fare agevolmente ricorrendo al dispositivo differenziale che fu impiegato dall'Hervé Mangon per un suo termometro ad aria registratore a distanza. La punta oscillante *a* (fig. 22) agisce su due tamburi coniugati di cui i tubi, della stessa lunghezza e diametro e tenuti vicini, sono collegati a due tamburi registratori ugualmente coniugati. Si comprende facilmente come le registrazioni ottenute con un tale sistema siano insensibili alle variazioni di temperatura.

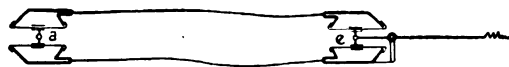



Fig. 22. — Esploratore compensato.

4. Esploratore lineare. — Si compone essenzialmente di una leva di cui l'asse è sostenuto da un supporto che si fissa mediante una vite nell'interno di una scatola di sezione quadrata (fig. 22 e 23).

Il telaio porta due tamburi pneumatici simmetrici di cui le membrane sono collegate al centro di una piccola biella. Ogni spostamento angolare della leva produce una emissione di aria in uno dei tamburi ed una aspirazione nell'altro [1].

Ciascun tamburo è costituito da una scatola tronca-conica di ottone, di cui la base maggiore è chiusa da una membrana di guttaperca. La fig. 23 rappresenta la sezione della membrana quando essa non è tesa.

La scatola dell'esploratore è munita di orecchie che permettono di attaccarla all'organo da studiare, e si può installarla nei due modi indicati dalla fig. 24.

Fig. 23. Tamburo esploratore.

[1] Riunendo su di un solo tamburo registratore i tubi provenienti ai due tamburi dell'esploratore lineare, si nota che il registratore resta insensibile, *qualunque sia il movimento impresso alla leva dell'esploratore*. Si conclude che, entro i limiti sperimentali normali, gli spostamenti del registratore rimangono simili a quelli dell'esploratore, siano questi ultimi positivi o negativi.

Questa esperienza mette in evidenza la sufficiente precisione di tali trasmissioni pneumatiche a distanza dei piccoli movimenti.

Digitized by Google

Il punto esterno di cui si studia il movimento relativo è collegato alla biella *L* all'estremità della leva che però, secondo l'ampiezza dei movimenti, è suscettibile di essere allungata con delle aste addizionali.

Un solo tamburo è utilizzato per lo studio di un solo movimento. Si utilizza il secondo quando si voglia registrare simultaneamente il movimento considerato e la risultante di esso con un secondo movimento, oppure quando si desidera compensare le variazioni di temperatura come si è detto in precedenza.

La fig. 24 rappresenta il montaggio di due esploratori lineari su di un carrello di una carrozza. L'esploratore E_1 è attaccato per mezzo della sua scatola alla cassa della carrozza e l'esploratore *E* al telaio del carrello. Un supporto *G* fissato alla traversa oscillante costituisce un punto esterno *X* solidale a tale traversa. Il pernio *X* è collegato dalle bielle *L* ed L_1 alle estremità *A* ed A_1, delle leve dei due esploratori.

Fig. 24.
Schema di applicazione degli esploratori lineari al carrello di una vettura.

L'esploratore E_1 segnala la rotazione del carrello rispetto al telaio del veicolo, mentre l'esploratore *E* segnala le oscillazioni trasversali della traversa oscillante rispetto al telaio del carrello.

Due glifi applicati all'estremità della biella *L* permettono all'esploratore di seguire gli spostamenti prodotti dalla rotazione del carrello.

5. Esploratore balistico. — Esso si compone essenzialmente (fig. 25) di due pendoli *P* e *P'* appoggiati, nella loro posizione verticale, mediante una molla *r* ad un supporto *B* che contiene i due fulcri *O* ed *O'*.

Uno spostamento rapido del supporto da sinistra a destra, seguito da un brusco arresto, spinge a destra il pendolo *P* che è subito richiamato alla posizione iniziale dal suo peso e dalla molla *r*. L'ampiezza della oscillazione del pendolo misura, entro certi limiti, la velocità acquistata dal supporto alla fine dell'urto.

La trasmissione al registratore dello spostamento angolare del pendolo si realizza con il tamburo pneumatico *T* nel modo identico a quello dell'esploratore lineare.

Fig. 25.
Esploratore balistico semplice.

Digitized by Google

Il pendolo P registra gli urti verso destra; il pendolo P' simmetrico a P, quelli verso sinistra.

Un pendolo completamente libero, come per esempio il pendolo del Desdouits dell'ergometro di inerzia, registra le variazioni delle accelerazioni, e quindi anche gli urti nel senso lungitudinale, ma non ha apparecchi smorzatori dell'oscillazione pendolare, perchè, variando le accelerazioni da misurare per lo più lentamente e con continuità, esso è fatto per *costruzione* insensibile alle scosse trasversali derivanti dai moti parassiti. Per l'osservazione di questi ultimi che si susseguono a brevissimi intervalli, è invece indispensabile di smorzare le oscillazioni del pendolo esploratore, e ciò si ottiene dal Sabouret nel modo assai semplice che ora si indica.

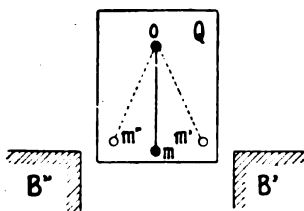



Fig. 26.

Si consideri un sistema Q (fig. 26) oscillante tra due ostacoli B' e B'' contro cui va ad urtare alternativamente (per es.: veicolo che urta le rotaie); e si segua lo spostamento di un pendolo Om sospeso in un punto O del sistema.

Supponiamo ora che il sistema Q oscillante da B'' a B' urti B' con una velocità V, e supponiamo per il momento che questo sistema resti appoggiato contro B' anche dopo l'urto.

All'inizio del movimento la massa m del pendolo, per inerzia, resta in ritardo rispetto alla verticale passante per m'' e produce così uno spostamento angolare a sinistra. L'ampiezza di questo movimento aumenta o diminuisce durante il movimento, seguendo le variazioni di velocità del sistema (pendolo di inerzia). Quando il sistema urta contro B' il pendolo è lanciato a destra verso m' e il suo urto dipende non solo dalla velocità che aveva il sistema al momento dell'urto stesso, ma anche dalla posizione che esso occupava e dalla velocità propria che possedeva in quell'istante. L'ampiezza finale dell'oscillazione è così funzione della velocità del sistema in moto nell'istante dell'urto, e delle variazioni di velocità che lo hanno preceduto, variazioni di cui la legge sfugge all'analisi sperimentale.

Il ragionamento fatto suppone una oscillazione *semplice*; in pratica però gli urti si succedono troppo rapidamente per dar modo al pendolo di riprendere sollecitamente la sua posizione di equilibrio tra due urti successivi. È necessario perciò *smorzare* le oscillazioni per mezzo di un cuscinetto di arresto K (fig. 27). Quando il sistema Q urta ontro B' con una velocità V, il pendolo, trascinato, non più dal suo asse, ma dal cuscinetto K è lanciato in m' con la velocità V che il sistema possiede al momento dell'urto, se si ammette però che durante l'istante precedente l'urto le velocità non abbia diminuito fino al punto da far subire al pendolo un rallentamento tale da allontanarlo dal cuscinetto. Questa ipotesi è peraltro confermata dall'esperienza.

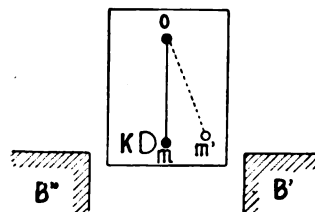



Fig. 27.

L'ampiezza di oscillazione del pendolo misura così la velocità del sistema all'istante dell'urto, alla condizione però che il ritorno in dietro del sistema stesso non sia istantaneo in modo che il pendolo abbia il tempo di raggiungere l'ampiezza massima della sua oscillazione prima di iniziare l'oscillazione di ritorno. Se il ritorno si iniziasse prima ancora che il pendolo abbia raggiunto la verticale, ciò produrrebbe, in conseguenza

Digitized by Google

anche dell'influenza dell'inerzia del pendolo stesso, un aumento della durata e della ampiezza dell'oscillazione che in tal caso non misurerebbe più la velocità all'istante dell'urto.

L'esperienza dimostra che esiste una regolazione media del pendolo, facilmente realizzabile, che evita tale inconveniente.

Con un pendolo molto lento si registrano delle oscillazioni della forma da 1 a 4 (fig. 28) che non dànno difficoltà di interpretazione.

La forma 1 corrisponde al caso in cui il pendolo ha ultimato la sua oscillazione completa di andata e ritorno prima che cominci il movimento di retrocessione del sistema. La

1 2 3 4 5

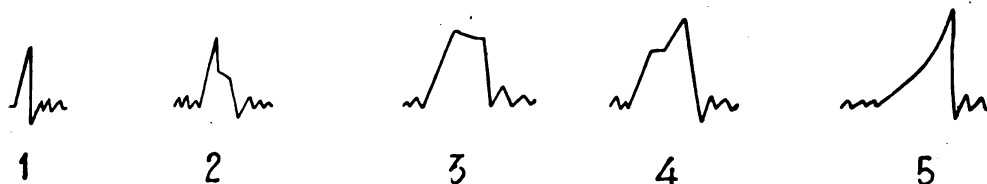



Fig. 28. — Diverse forme di oscillazioni dinamiche segnate dall'esploratore balistico.

forma 2 mostra che al momento del ritorno del sistema il pendolo era nella fase di discesa, la forma 3 che era al suo massimo, la forma 4 che era nella fase ancora ascendente.

L'indicazione data dalla forma 1 e 2 è esatta, quella delle forme 3 e 4 è erronea. Per ottenere le forme del tipo 1 basta impiegare un pendolo *corto*, di cui la durata di oscillazione sia ridotta da una molla di richiamo. Conviene sempre che i pendoli siano pesanti per vincere meglio le resistenze passive.

La forma dei grafici permette anche di verificare l'ipotesi fatta in precedenza e cioè che il sistema mobile raggiunga o meno la velocità massima al momento dell'urto, almeno nelle forti scosse. Se fosse così, in luogo delle forme di oscillazione 1, 2, 3, 4 si avrebbe la forma 5 che però in pratica non si osserva mai come fu detto.

La molla *r* (fig. 25), che accelera la discesa del pendolo è comune ai due pendoli coniugati ed assicura loro una eguale sensibilità. Essa permette anche di regolare la sensibilità dei pendoli secondo il genere di movimenti che si vogliono studiare; per esempio, un pendolo ben regolato per una vettura a carrelli molto stabile darà delle oscillazioni esagerate quando sia istallato su di una locomotiva con forti moti parassiti.

Se nella iscrizione in curva non esiste l'equilibrio tra la forza centrifuga e il sopraelevamento della rotaia esterna [1] il pendolo produce un grafico della forma 6 oppure oscilla producendo un grafico della forma 7 (fig. 29).

(Sopraelevazione) (Curva)

6 7

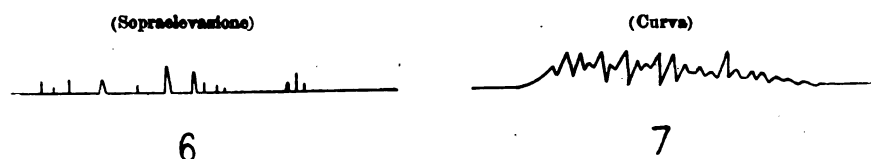



Fig. 29. — Diagrammi di oscillazioni durante l'iscrizione in curva.

[1] In effetto l'equilibrio tra la forza centrifuga e la componente parallela al binario dovuta alla sopraelevazione della rotaia esterna, non si raggiunge che per una determinata velocità che, da parecchie Amministrazioni ferroviarie, è determinata come la radice quadrata della media dei quadrati delle due velocità minima e massima dei treni circolanti sulla linea. Altre Amministrazioni ferroviarie determinano tale sopraelevazione con diverso criterio, ma tutte verificano i propri risultati in modo che in nessun caso la risultante del peso e della forza centrifuga del veicolo in moto si avvicini alla rotaia esterna più di quanto la direzione del peso passante per il baricentro del veicolo si avvicini alla rotaia interna.

Digitized by Google

Un dispositivo molto semplice ed ingegnoso, ideato dall'ing. Dubois della Compagnia dell'Ovest francese, permette di correggere completamente ed annullare, quando lo si ritenga utile per il genere di osservazioni che si vogliono fare, tale indicazione. Esso si basa sull'osservazione che i movimenti trasversali prodotti dalle variazioni della forza centrifuga e dalla sopraelevazione, combinati tra loro, sono molto più lenti dei movimenti dovuti agli urti; per conseguenza uno smorzatore che sopprima l'effetto dei primi può lasciar sussistere i secondi.

Fig. 30. — Esploratore balistico con smorzatore.

Il supporto *B* (fig. 30) sostiene l'insieme dei due pendoli, e forma esso stesso, con tutti gli apparecchi applicati, una massa pendolare sospesa in *X* ad un altro supporto *T* che si può istallare sul pavimento del veicolo a mezzo di un treppiede con viti di regolazione. Due freni a glicerina *F* ed *F'* smorzano le oscillazioni lente del supporto *T* che prende da solo la sua posizione di equilibrio corrispondente all'azione della forza centrifuga e della sopraelevazione.

Le oscillazioni rapide dei due pendoli, dovute agli urti, sono così registrate senza nessun turbamento.

6. Registratore. — Un foglio di carta, alto cm. 34 (fig. 31), si pone orizzontalmente svolgendosi da un rullo R_1 ed avvolgendosi sul rullo R_4. I rulli motori che danno una

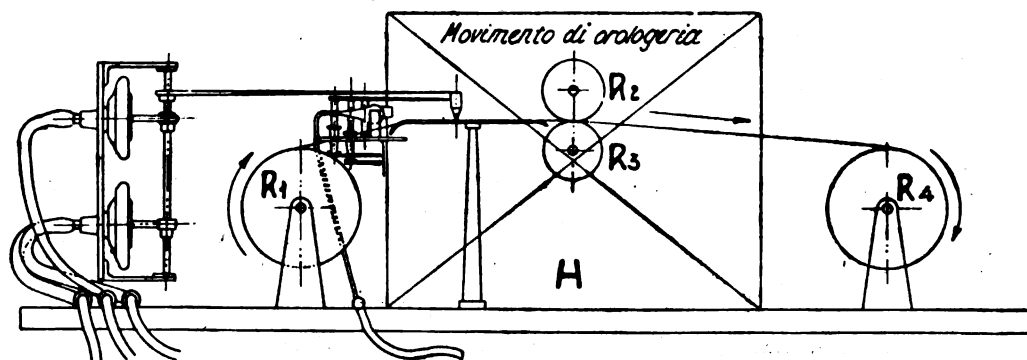



Fig. 31. — Schema dell'apparecchio registratore Sabouret.

velocità uniforme alla carta sono i due rulli R_2 e R_3 mossi da un movimento di orologeria installato in *H*.

Sei tamburi pneumatici ricevitori sono disposti verticalmente su due file ed agiscono su degli stilografi Richard per mezzo di un albero verticale e di leve orizzontali. Modificando la lunghezza di queste si può regolare l'ampiezza delle registrazioni dei movimenti da osservare.

Il movimento di orologeria che trascina la zona è munito di due comandi diversi: l'uno, derivato da una molla a spirale, realizza l'avanzamento della zona proporzionalmente al tempo (cm. 12 al minuto); l'altro, che realizza lo svolgimento della carta

Digitized by Google

proporzionalmente allo spazio percorso dal treno, è azionato da una elettro-calamita che oscilla ad ogni emissione di corrente proveniente da una batteria, e passante per un contatto montato su di un asse della carrozza o su qualsiasi altro pezzo che ruoti con velocità proporzionale a quella dell'asse stesso appartenente agli apparecchi del dinamometro.

In aggiunta ai due stilografi azionati dal tamburo, ve ne sono tre altri, comandati dal movimento di orologeria, che segnano, l'uno gli intervalli di 15 secondi e l'altro gli spostamenti corrispondenti a 250 giri di ruota. Uno stilografo è infine comandato da una pera di gomma per segnare sulla zona i punti singolari di riferimento che possono essere utili all'osservatore per lo studio che lo interessa.

Infine, con una piccola tabella mobile di legno posta sopra la zona, si ottiene un appoggio per le scritturazioni a mano.

5. – Apparecchio per la registrazione delle condizioni di caldaia e di condotta della locomotiva in marcia.

Sulla zona dinamometrica, nella posizione indicata dalla Tav. XI può essere installato l'apparecchio elettro-magnetico registratore delle condizioni di caldaia e di condotta delle locomotive in marcia. Esso traccia con normali stilografi le linee corrispondenti alle variazioni, in funzione dello spazio, delle seguenti caratteristiche fondamentali di condotta della caldaia:

a) altezza del livello dell'acqua sul cielo del forno;
b) grado di introduzione del vapore nei cilindri;
c) grado di apertura del regolatore di presa vapore dalla caldaia.

a) – Il livello registratore dell'altezza dell'acqua in caldaia è schematicamente rappresentato dalla fig. 32.

Esso è costituito da un recipiente avente forma schematizzata in figura; dalla parte inferiore a mezzo del tubo *A*, è in comunicazione con la caldaia al disotto dello specchio minimo di acqua; dalla parte superiore invece, a mezzo del tubo *B*, il recipiente è in comunicazione con il vapore. È evidente che nel recipiente stesso si stabilirà lo stesso livello di acqua della caldaia.

Se si applica l'apparecchio in modo che il piano *XX* sia all'altezza, sulla orizzontale, del dado inferiore del livello normale, ne risulta — per le dimensioni costruttive dell'apparecchio — che il piano *YY* si trova ad un'altezza superiore del livello massimo visibile nell'ordinario vetro del tubo di livello. Il galleggiante *G*,

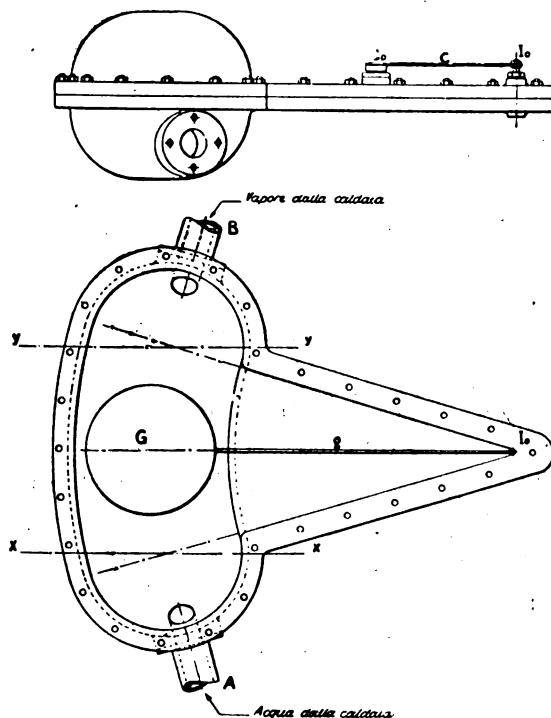



Fig. 32. — Livello registratore.

Digitized by Google

guidato da un'asta *g* si muove entro il livello registratore, mentre l'asta *g* fa ruotare il pernio I_0 di angoli uguali a quelli di cui ruota il galleggiante *G*. Il pernio I_0 che è molto sottile e perfettamente aggiustato nella propria sede, esce all'esterno dell'apparecchio da una guarnitura opportuna che è costruita in modo da resistere alla pressione interna dell'apparecchio (pressione della caldaia), ma nel tempo stesso determina una resistenza piccola e facilmente vinta dalla spinta dell'acqua della caldaia sul galleggiante *G*. Al pernio I_0 è applicato un indice *C* che riproduce all'esterno la posizione internamente assunta dal galleggiante. L'estremità dell'indice *Co* costituisce un contatto elettrico che chiude il circuito di una elettrocalamita scrivente sulla zona dinamometrica (Tav. XI, fig. 33). È evidente che lo spostamento del contatto *Co* sul collettore *K* chiude di volta in volta i diversi circuiti delle elettrocalamite M_1, M_2, M_3... le quali saranno attive e richiameranno nel loro flusso di attrazione l'espansione *N* dell'indicatore *P* collegato a mezzo di una cremagliera allo stilografo *S* che perciò registrerà nella zona una linea spezzata con variazioni corrispondenti ad ogni spostamento di eccitazione delle elettrocalamite.

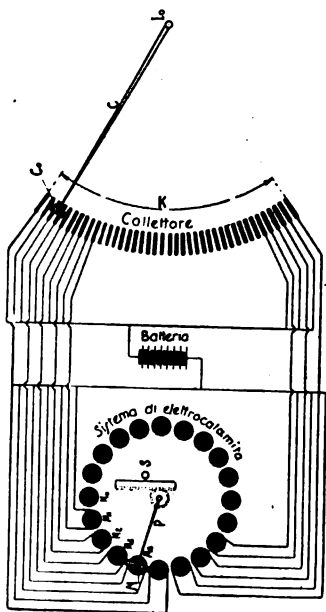



Fig. 33. — Registratore dell'altezza del livello in cabina.

b) – Analoga installazione è realizzata per le diverse posizioni della leva di cambio marcia (fig. 34) e quindi si potranno ottenere le registrazioni delle condizioni di lavoro nei cilindri motori. Il contatto mobile C_0 è installato sulla chiocciola ed i contatti fissi sono messi lateralmente al cavalletto di sostegno del meccanismo di inversione della leva.

c) – La stessa cosa vale per la registrazione del grado di apertura del regolatore di presa vapore della caldaia. Al regolatore è collegato un indice che, con la sua estremità, stabilisce i contatti di eccitazione delle corrispondenti elettrocalamite dell'apparecchio registratore (fig. 35).

Fig. 34. — Registratore del grado di introduzione.

La trasmissione elettrica tra la locomotiva e la carrozza dinamometrica è fatta a mezzo di un apposito cavo flessibile, con condutture multiple, che dalla parte posteriore del tender entra nella vettura attraverso determinati orifizi di passaggio.

Lo schema di tutte le altre connessioni elettriche necessarie agli apparecchi registratori sia della carrozza dinamometrica che della locomotiva in esperimento è riportata nella tav. XV.

Fig. 35. — Registratore dell'apertura del regolatore.

Digitized by Google

6. – Attrezzature per prove con locomotive elettriche.

Per il controllo del funzionamento dei motori di trazione delle locomotive elettriche in marcia, la carrozza è dotata degli appositi strumenti elettrici che sono in appresso elencati.

Per poter impiegare questi strumenti nella carrozza è utilizzato il cavo multiplo di cui è detto sopra e che serve principalmente per le connessioni tra i trasformatori di corrente e gli apparecchi stessi, rimanendo naturalmente i trasformatori sulla locomotiva il più vicino possibile ai circuiti da controllare.

Spesso però, per brevità e semplicità di circuito e per una maggiore precisione delle indicazioni degli apparecchi, si sono istallati sulla locomotiva anche gli apparecchi registratori. Per la vicinanza degli apparecchi di controllo a quelli della locomotiva, che con quest'ultima disposizione si ottiene, si può in tal modo procedere a letture contemporanee di taratura per gli apparecchi della locomotiva.

Con gli apparecchi di misura istallati sulla locomotiva, e la carrozza dinamometrica in azione, possono eseguirsi comodamente delle misure elettriche di confronto a misurazioni meccaniche con il dinamonetro della vettura. Per qualche caso particolare però, volendo avere dei riferimenti particolari per collegare le letture elettriche con quelle meccaniche, si trova utile avere qualche istrumento elettrico direttamente applicato dentro la carrozza dinamometrica, opportunamente tarato ed installato su appositi quadri. Per rendere efficaci le letture di tali istrumenti, essi sono collegati al quadro a mezzo di supporto elastico (con molla a spirale) che renda minime e assolutamente trascurabili le vibrazioni, e garantisca di non alterare le indicazioni dell'apparecchio registratore.

Gli apparecchi all'uopo usati sono degli apparecchi Siemens registratori a scintilla, che hanno uno sviluppo della zona in funzione del tempo; la linea dei diagrammi risulta continua quando l'operatore regoli in modo opportuno la scintilla derivando l'energia dalla batteria di accumulatori installata sulla carrozza dinamometrica. Ogni 3″ l'apparecchio segna, sulle ascisse, il tempo.

La serie completa degli apparecchi Siemens in uso nelle prove di trazione della nostra Amministrazione, è costituita dai seguenti istrumenti:

1º *Due wattometri registratori.* Essi servono principalmente per la registrazione della potenza erogata ed assorbita, per la determinazione del fattore di potenza, per la misura, mediante integrazione grafica del diagramma rispetto al tempo, del lavoro espresso in kilowattore, ecc.

2º *Due amperometri* per la registrazione delle correnti assorbite, ed il paragone con quelle rilevabili dai noti diagrammi circolari.

3º *Un voltmetro registratore* per la determinazione e registrazione della tensione.

Per l'impiego di tutti questi apparecchi sono disponibili nella carrozza dinamometrica dei trasportatori di corrente e di tensione nella quantità e dei tipi necessari.

Tutti gli apparecchi sono sempre collegati tra di loro elettricamente in serie per il funzionamento su di essi di un *refer* a puntini sulla linea delle ascisse e che permette all'operatore di poter poi confrontare tra loro le letture dei singoli strumenti. Tale *refer*

Digitized by Google

può essere anche collegato in serie al bottone 22 della zona dinamometrica (tav. XI) per ottenere così il necessario riferimento ai diagrammi delle grandezze meccaniche che sono registrate sulla zona dinamometrica in modo proporzionale agli spazi, anzichè ai tempi.

Le deduzioni di carattere meccanico relative alle misure sulle locomotive elettriche derivano linearmente ed in modo rapido dai dati raccolti con gli strumenti elettrici, e quindi raramente accade di dover usare la carrozza dinamometrica per tali misurazioni, risultando quasi sempre sufficiente, per lo studio completo delle locomotive, l'esame sperimentale di esse con i soli strumenti elettrici, ed essendo sempre i motori di trazione conosciuti completamente a mezzo del loro diagramma circolare rilevato in sala prove.

Solo qualche volta l'utilità della carrozza dinamometrica si ravvisa nello studio di particolari condizioni di lavoro (per es. studio delle caratteristiche delle accelerazioni di avviamento con reostati inseriti).

Per contrapposto, lo studio delle resistenze del materiale rotabile a velocità prestabilite e costanti, riesce molto più esatto usando locomotive elettriche trifasi che con le locomotive a vapore. Tale speciale argomento, esorbitando dal compito propostoci con la presente memoria, non potrà avere la sua completa trattazione che in uno studio particolare.

B) Istrumenti per le determinazioni sulla locomotiva.

Per gli esperimenti con le locomotive a vapore gli strumenti essenziali di misura di cui è fornita l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato sono i seguenti:

1° Indicatori di pressione per cilindri motori;

2° Planimetro polare Amsler;

3° Apparecchi per la misura del titolo del vapore.

4° Manometri, pirometri, vacuometri registratori;

1. – Indicatori di pressione per cilindri motori.

Gli indicatori usati per il rilievo dei diagrammi del lavoro nei cilindri sono dello stesso tipo di quelli generalmente usati per le motrici alternative a medie velocità angolari [1] (350 giri al 1'). Le caratteristiche fondamentali di tali indicatori sono perciò note ad ogni ingegnere che abbia occasione di studiare i motori alternativi; e quindi su di esse non ci fermeremo in modo speciale. Sarà piuttosto utile mettere in evidenza quei particolari più salienti che servono ad agevolare il rilievo dei diagrammi del lavoro indicato di una locomotiva in marcia.

I tipi di indicatori in dotazione ed in uso sono i seguenti:

1° indicatori a molla interna agente per compressione (Crosby, 1900);

2° indicatori a molla esterna agente per compressione (Rosenkranz, 1904);

3° indicatori a molla esterna agente per trazione [2] (Majhak, 1910).

---

[1] Cfr. *La Téchnique Moderne*, n. 12, del 15 dicembre 1912: « Evolution des indicateurs dynamométriques et des indicateurs de puissance ».

[2] Non si sono ancora adoperati indicatori ottici per la complessa loro struttura e per le notevoli soggezioni a cui danno luogo nel rilievo dei diagrammi e che perciò non rendono pratico il loro uso nelle locomotive (Cfr. *The Engineer*, 26 gennaio 1923, pag. 100 a 102: « Micro-indicator for high speed enginees»).

Digitized by Google

1° Gli indicatori Crosby a molla interna agente per compressione sono i più antichi e conosciuti nel campo della tecnica delle motrici a vapore a velocità elevate. Essi sono costruiti dalla ditta fornitrice in tre dimensioni: piccola, media e grande. Il tipo più indicato per i rilievi sulle locomotive è il tipo medio a limitate masse degli stantuffetti esploratori e quindi ad inerzia ridotta (fig. 36).

L'indicatore Crosby presenta degli elementi di costruzione caratteristici, come per esempio, le molle sia a doppia come a semplice spirale e ad articolazione sferica, il cilindro con inviluppo di vapore, il tamburo con molla a spirale per il richiamo, il meccanismo scrivente senza controbilancieri laterali e senza articolazioni sferiche, ecc. Tale indicatore dà ancora buoni risultati anche in confronto con i tipi più recenti.

Fig. 36.
Indicatore Crosby.

I progressi successivi realizzati nella costruzione degli indicatori furono determinati dalla constatazione che il calore del vapore nuoce alla esatta flessibilità unitaria delle molle, modificando in breve tempo la costante strumentale dell'apparecchio (scala delle pressioni). Anche in una stessa serie di esperimenti si è trovato che essa talora subisce variazioni. Di qui la necessità di avere, per la locomotiva, degli apparecchi a caratteristiche più costanti e perciò più esatti [1].

2° Gli indicatori Rosenkranz (fig. 37) realizzano il perfezionamento desiderato di avere la molla funzionante all'esterno e quindi sottratta alla diretta influenza del calore. Essi hanno la molla che agisce ancora per compressione ed il supporto di questa appoggia su di un arresto sostenuto da due colonne; la molla è pure guidata per impedire che essa devii dall'asse originario.

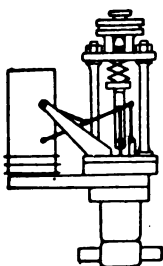



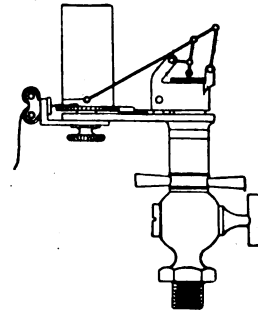
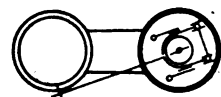
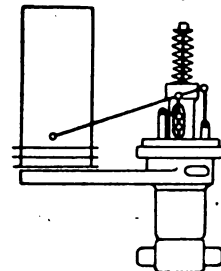
Fig. 37.
Indicatore Rosenkranz.

Ma, come avviene in tutte le molle lavoranti a compressione, anche la molla degli indicatori Rosenkranz può qualche volta deviare dall'asse e quindi dare delle deformazioni non perfettamente proporzionali alla pressione da misurare, sopratutto perchè tale deviazione determina una pressione laterale all'asse del pistoncino che perciò non può più lavorare regolarmente e subisce degli attriti notevoli.

3° L'indicatore a molla esterna funzionante per trazione tipo Majhak (fig. 38) rappresenta il tipo più moderno degli apparecchi del genere. Esso è particolarmente atto a rilevare con la massima esattezza diagrammi che si svolgono entro un intervallo molto ampio di pressioni e di temperature. Gli indicatori Majhak, che sono tra i più moderni e perfetti, possono permettere di rilevare diagrammi di macchine alternative con approssimazione del 3 %, fino alla velocità angolare di 800 giri al 1′.

Fig. 38.
Indicatore Majhak.

La fig. 39 rappresenta nei suoi particolari l'indicatore Majhak di cui è provvista la carrozza dinamometrica.

---

[1] Cfr. *Engineering*, gennaio 1923, pag. 31 e pag. 99-125; febbraio 1923, pag. 202.

Digitized by Google

Tamburi registratori. — I tamburi degli indicatori, nei quali ad ogni foglietto di carta corrisponde un solo diagramma, non sono pratici per i rilievi in corsa con le locomotive, per la evidente difficoltà di sostituire la carta metallizzata ogni qual volta

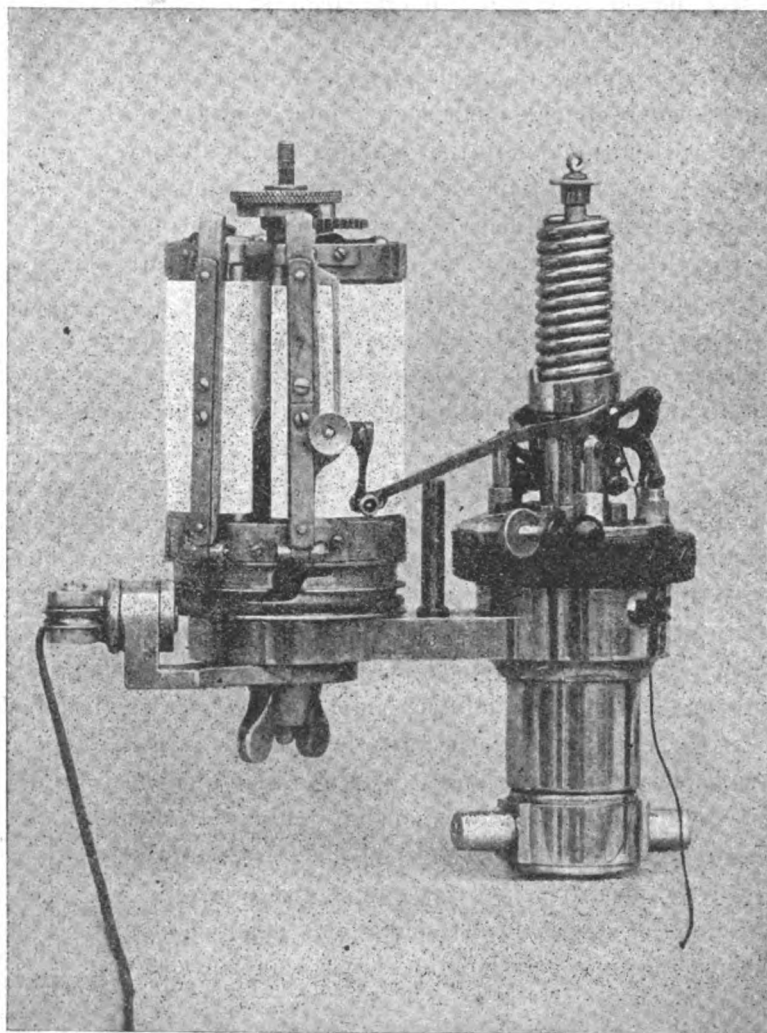



Fig. 39. — Indicatore Majhak
con tamburo a sviluppo continuo della carta.

si debba rilevare un diagramma, e quindi con grande frequenza e rapidità, quando per contrapposto l'operatore si trova in posizioni molto scomode sulla parte anteriore della locomotiva in prossimità dei cilindri motori.

Agli strumenti indicatori dei tre tipi sopra brevemente accennati si può applicare perciò il tamburo a sviluppo continuo della carta metallizzata sufficiente al rilievo da 100 a 400 diagrammi continui, oppure da 20 a 100 diagrammi isolati consecutivi.

Tale tamburo può essere impiegato senza alcuna difficoltà a velocità angolari anche sensibilmente superiori ai 6 giri al minuto secondo, e quindi alle massime velocità delle locomotive più veloci.

Digitized by Google

Senza entrare in particolari descrittivi dei tamburi registratori per diagrammi continui e che si possono agevolmente ricavare dagli ampli e completi cataloghi delle ditte costruttrici [1] ci interessa in particolar modo di rilevare le seguenti caratteristiche fondamentali dei tamburi stessi.

a) A mezzo di uno speciale dispositivo di arresto, indicato nella fig. 40, il tamburo registratore può essere applicato ad ogni tipo di indicatore;

b) l'avanzamento della carta sensibile per il rilievo continuo dei diagrammi si effettua nel tempo del richiamo del tamburo (fase di scarico). Per conseguenza, la parte superiore del diagramma, che è la più importante, è registrata senza nessuna deformazione dipendente dal moto relativo della carta che si svolge sul tamburo, rispetto al moto oscillatorio sincrono a quello dello stantuffo. I diagrammi continui rilevati in tal modo sono del tipo di quelli indicati nella fig. 41;

Fig. 40. — Arresto per tamburo registratore.

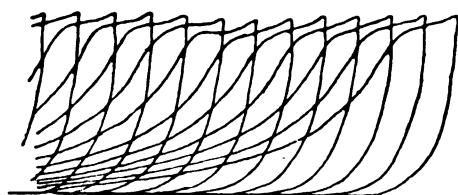



Fig. 41. — Diagrammi del lavoro rilevati in modo continuo.

c) l'avanzamento del foglio di carta può essere fermato o iniziato a volontà dall'operatore durante la marcia della locomotiva, per cui è possibile prendere dei diagrammi successivi tanto a piccoli come a notevoli intervalli di tempo;

d) è possibile prendere dei diagrammi isolati successivi mediante l'avanzamento automatico di cui al punto *b*) e mediante l'arresto dei tamburi (come è detto al punto *c*) nell'istante del rilievo. Essi sono del tipo rappresentato nella figura 42.

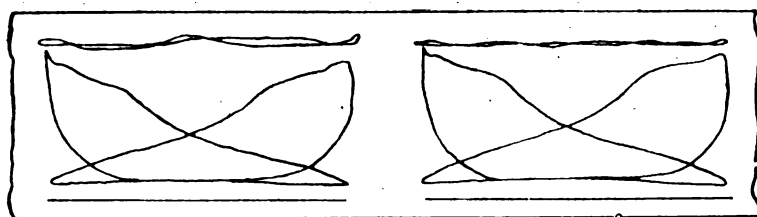



Fig. 42. — Diagrammi del lavoro rilevati in modo discontinuo.

Gli accessori degli indicatori, come i rubinetti di spurgo, i rubinetti a tre vie, i riduttori di corsa, ecc., sono analoghi a quelli di tutti i tipi di indicatori e quindi sono bene noti.

Nello studio dei diagrammi rilevati con l'indicatore qualche volta giova avere la registrazione della variazione della pressione nella camera vapore del distributore, come è indicato nella fig. 42. All'uopo basta inserire in derivazione all'usuale rubinetto a tre vie un altro rubinetto in comunicazione con la camera di distribuzione.

Installazione degli indicatori. — La fig. 43 rappresenta lo schema di installazione dell'indicatore di pressione sul praticabile della locomotiva.

Il movimento alternativo dello stantuffo della locomotiva è trasmesso al tamburo

---

[1] Cfr. *Indicateur dynamométrique Majhak breveté*, édition 1912, Hambourg, 1912.

Digitized by Google

dell'indicatore I a mezzo di una leva guidata dal bullone di articolazione *O* della testa crociata.

Il supporto *B* è installato sul praticabile in modo che la corsa A_1 A_2 della testa crociata si riduca alla estremità della leva *A B* nella corsa B_1 B_2. Una ulteriore correzione si può fare a mezzo del glifo e pernio *B* unitamente alla leva O_1 *C*, in modo da poter realizzare il moto alternativo della funicella *F* dell'indicatore, dell'ampiezza

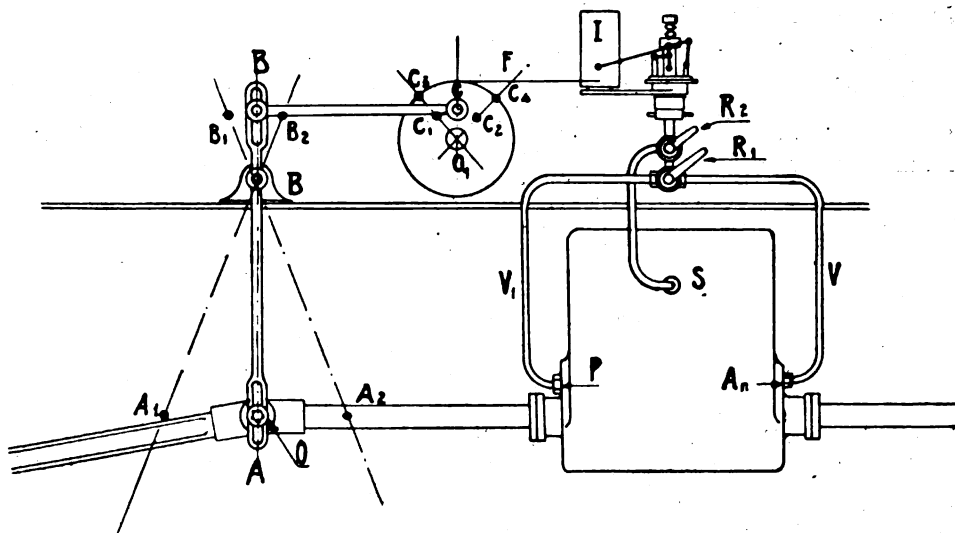



Fig. 43. — Esempio di istallazione dell'indicatore di pressione sul praticabile della locomotiva.

desiderata per il tipo di indicatore che si adopera. Il rubinetto a tre vie R_1 mette in comunicazione l'indicatore con le due camere del cilindro a mezzo di tubazioni *V* e V_1 di uguale diametro, di ugual lunghezza, opportunamente rivestite di coibenti (corda di canapa). Il rubinetto R_2, inserito tra il rubinetto R_1 e l'indicatore *I*, serve a prendere in *S* la pressione nella camera del distributore sulle locomotive a semplice espansione, e nell'*A. P.* di quelle a doppia, e del *receiver* nella *B. P.* delle locomotive a doppia espansione [1].

2. – Planimetro polare Amsler.

Il planimetro usato è il planimetro polare inventato dall'Amsler nel 1856. [2] Esso è noto nella tecnica anche non ferroviaria e quindi la sua descrizione e la sua teoria fanno parte del corredo di cognizioni generali comuni ad ogni ingegnere.

Per comodità di consultazione si ritiene però utile di riassumere la teoria del planimetro polare che è particolarmente usato nelle prove dinamometriche per la

[1] Per la descrizione di altro tipo di schema di installazioni dell'indicatore sui cilindri di locomotive meno pratico e più complesso di quello descritto, Cfr. *Revue Général des Chemins de Fer*, 1° semestre 1904, pag. 92.

[2] Cfr. *Praktische Anleitung zum Gebrauch und zur gründlichen Prüfung des einfachen Polar Planimeter*, Zürig, 1891; V. Reina, *Geometria pratica*, pag. 227; *Théorie générale, description, emploi et fonctionnement des planimètres et leurs résultats pratiques*, par G. Coradi, Zürig, 1904.

Digitized by Google

misurazione delle superficie racchiuse dalle curve sperimentali ottenute coi vari strumenti di misura.

Il planimetro è costituito da due bracci metallici a cerniera l'uno sull'altro. Uno dei bracci *A* dicesi polare (fig. 44) perchè il suo estremo libero, munito di una punta *P*,

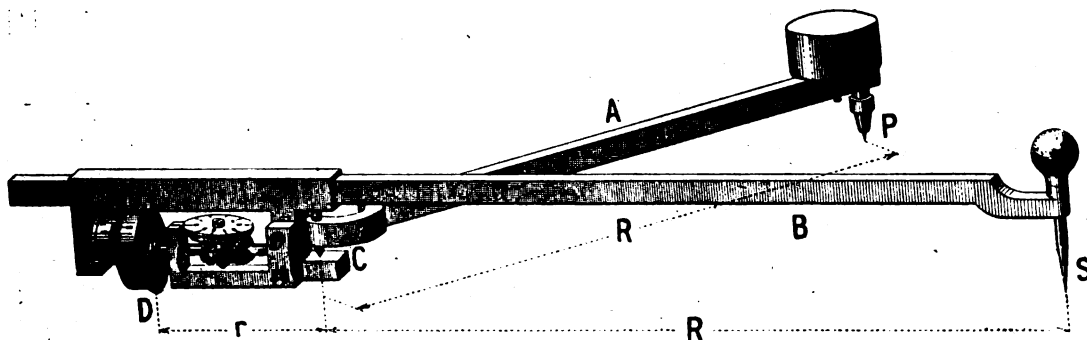



Fig. 44. — Planimetro polare Amsler.

è destinato a rimanere fisso. L'altro braccio *B* ha una punta *S* che deve essere guidata dall'operatore seguendo il perimetro della figura di cui si vuole misurare l'area.

Al braccio *B* è collegato un'apparecchio contatore che consta di una rotella *D* il cui orlo è diviso in 100 parti; la lettura sulla rotella si fa con un nonio che permette di misurare il decimo di tale parte e cioè il *millesimo* di giro. Il numero intero di giri si legge su di un dischetto collegato al dischetto *D* per mezzo di una ruota dentata accoppiata ad un verme senza fine.

Il planimetro appoggia sul piano del disegno a mezzo di tre punti: il polo *P*, la punta *S*, ed un punto di contatto con la carta del bordo della rotella *D*.

Tenendo fisso *P* e facendo percorrere ad *S* il contorno di una figura, la rotella, per effetto della sua aderenza al foglio, gira, e dal numero dei giri e frazione di giro, si deduce la misura dell'area racchiusa dal contorno percorso dalla punta *S*.

Per comprendere la teoria del planimetro si osservi che, se la rotella percorre il cammino $A\ B = x$ (fig. 45) nella direzione del suo piano, essa svolge un arco pure eguale ad x. Se essa percorre invece un cammino normale al suo piano, non svolge alcun arco. E se finalmente percorre un cammino $AC = y$ formante l'angolo α con il suo piano, essa svolge un arco misurato da $y \cos \alpha$. Ciò si riconosce facilmente decomponendo ciascun elemento del cammino rettilineo AC in due componenti, l'una normale e l'altra parallela al piano della rotella. Ciò premesso, siano *P*, *S*, *C* rispettivamente il polo, la punta segnante e il fulcro del planimetro (fig. 46); e *D* il centro della rotella. Si ponga:

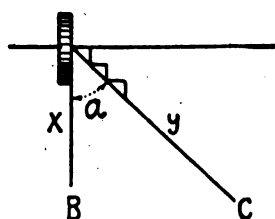



Fig. 45.

$$CS = R \quad ; \quad PC = R' \quad ; \quad PS = \rho$$
$$PD = \rho' \quad ; \quad CD = r$$

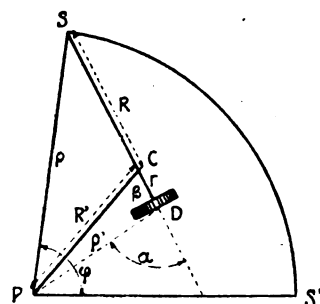



Fig. 46.

e si indichi con α l'angolo formato dalla congiungente PD con il braccio della punta *S*,

Digitized by Google

ossia con l'asse della rotella; con β l'angolo formato dal braccio polare con lo stesso braccio della punta S. Facendo descrivere alla punta S l'arco $SS' = \rho\varphi$ il centro della rotella descriverà l'arco $\rho'\varphi$, e poichè il cammino percorso forma in ogni punto l'angolo α con il piano della rotella, l'arco S da questa sviluppato sarà misurato da

$$s = \rho' \varphi \cos \alpha \qquad [1]$$

Dalla figura risulta

$$\rho' \cos \alpha = R' \cos \beta - r$$

Dal triangolo $P\ C\ S$ si ha

$$\rho^2 = R^2 + R'^2 + 2RR' \cos \beta$$

sarà quindi

$$R' \cos \beta = \frac{\rho^2 - R^2 - R'^2}{2R};$$

ponendo

$$R^2 + R'^2 + 2Rr = K^2 \qquad [2]$$

risulterà

$$\rho' \cos \alpha = \frac{\rho^2 - K^2}{2R} \qquad [3]$$

e quindi per la [1] l'arco sviluppato dalla rotella sarà espresso dalla relazione

$$s = \varphi \frac{\rho^2 - K^2}{2R}$$

che può anche scriversi:

$$R\,s = \frac{\varphi}{2}(\rho^2 - K^2) \qquad [4]$$

Se nella [3] si pone $\alpha = 90°$; $\cos\alpha = 0$; si ottiene $K = \rho$. La costante K rappresenta dunque il valore assunto da ρ quando la congiungente $P\ D$, come è rappresentata nella parte inferiore della figura 47, riesce normale al braccio S, ossia quando il piano della rotella passa per P.

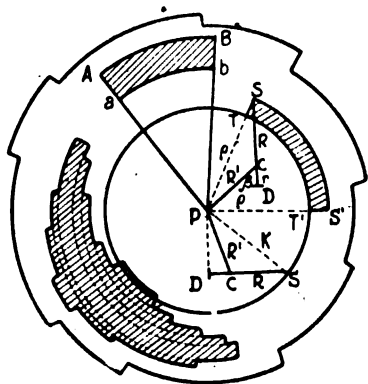
Il cerchio descritto da S quando il planimetro è in questa condizione dicesi *cerchio fondamentale*.

Fig. 47.

Esaminando la relazione [4] si osserva che $\frac{\varphi}{2}\rho^2$ è l'area del settore circolare descritto con raggio ρ e che sottende al centro lo stesso angolo φ, mentre $\frac{\varphi}{2}K^2$ è l'area del settore circolare di raggio K e che sottende lo stesso angolo φ.

La [4] rappresenta dunque l'area $SS'\,TT'$ (tratteggiata nella figura 47).

Se si moltiplica cioè l'arco s sviluppato dalla rotella per il braccio R si ottiene l'area compresa fra l'arco di cerchio SS', il cerchio fondamentale e i due raggi PS e PS'.

Digitized by Google

Quando S si muove sul cerchio fondamentale, il piano della rotella viene a passare per P ed essa si muove normalmente al suo piano e non sviluppa alcun arco. A seconda che S si muove su di un cerchio esterno od interno al cerchio fondamentale, la rotella ruoterà in un senso o nel senso contrario.

È facile ora comprendere come si misura un'area. Si supponga dapprima che questa sia limitata da due archi di cerchio $A\ B$ ed $a\ b$ aventi il centro in P, e da i due raggi $P\ a\ A$, $P\ b\ B$.

Si percorra con la punta S il contorno della figura. I due archi sviluppati dalla rotella corrispondentemente ai percorsi radiali $a\,A$ e $B\,b$ saranno eguali e di segno opposto. L'arco s sviluppato in corrispondenza al percorso $A\,B$, moltiplicato per R darà l'area compresa tra lo stesso arco $A\,B$, il cerchio fondamentale ed i due raggi vettori limiti.

L'arco s' sviluppato durante il percorso $b\ a$, moltiplicato analogamente per R darà l'area compresa fra lo stesso arco $b\ a$, il cerchio fondamentale e i due raggi vettori limiti. Essendo però il cammino $b\ a$ percorso in senso contrario al cammino $A\ B$, l'arco s' sarà di segno contrario all'arco s e quindi ne segue che il prodotto

$$(s + s') \times R$$

dove con $s + s'$ s'intende la somma algebrica degli archi sviluppati dalla rotella, rappresenta l'area racchiusa dal contorno percorso.

Questo risultato vale qualunque sia la posizione dei due archi di cerchio $A\ B$, $a\ b$ rispetto al cerchio fondamentale.

Supponendo di avere ora un'area qualunque; essa si può immaginare decomposta in tante aree elementari per mezzo di un sistema di archi concentrici in P, e queste aree elementari si potranno immaginare limitate agli estremi da segmenti rettilinei concorrenti in P. La somma algebrica degli archi sviluppati dalla rotella, quando la punta S percorre il perimetro di tutte queste aree elementari, moltiplicata per R, darà l'area della figura considerata.

Quanto sopra vale per il polo esterno alla figura, come generalmente accade nella misura delle aree dei diagrammi del lavoro indicato. Se il polo è interno, al risultato ottenuto percorrendo il contorno della figura, bisognerà aggiungere l'area del cerchio fondamentale e cioè $\pi\,K^2$.

In definitiva, per il polo esterno, indicando con s' la somma algebrica degli archi sviluppati dalla rotella nel percorrere il contorno, e con A l'area della figura, si ha:

$$A = Rs$$

Essendo l'orlo della rotella diviso in 100 parti, con il nonio si è visto che si può apprezzare il decimo della parte, oppure il millesimo di giro. Indicando con r' il raggio della rotella, la lunghezza della unità del planimetro sarà

$$\frac{2\,\pi\,r'}{1000}$$

e se si sono contate n di queste parti unitarie, risulterà

$$s = \frac{2\,\pi\,r'}{1000}\,n$$

Digitized by Google

e quindi

$$A = \frac{2\pi r' R}{1000} n .$$

La quantità:

$$a = \frac{2\pi R r'}{1000} \qquad [5]$$

dicesi *unità superficiale del planimetro.*

Si avrà infine

$$A = a n . \qquad [6]$$

In generale si dispone delle costanti R ed r in modo che a risulti un multiplo di dieci.

Si supponga per esempio $r' = 10$ mm. e si voglia che risulti $a = 10$ mm^2.

Risulterà dalla [5]:

$$10 = \frac{2\pi R}{100} ; \quad R = 159 \text{ mm.}$$

Facendo dunque scorrere il braccio B (fig. 44) entro il corsoio che porta al contatore fino a che esso raggiunga la lunghezza indicata $R = 159$ mm., si otterrà la voluta unità superficiale del planimetro $a = 10$ mmq.

3. – Apparecchi per la misura del titolo del vapore.

Il regime variabile a cui è soggetta la caldaia della locomotiva non richiede che le misure dell'umidità del vapore siano eseguite sistematicamente nelle prove dinamometriche. Accade però che talvolta sia necessario conoscere con esattezza lo stato fisico del vapore in un punto del suo ciclo di lavoro (per esempio, all'introduzione nei cilindri oppure allo scappamento) in un rilievo fatto durante un periodo di marcia a regime, per ottenere dei dati sperimentali atti a permettere lo studio termodinamico completo di una determinata locomotiva.

Ne viene di conseguenza che spesso si prospetta la opportunità di conoscere il *titolo del vapore* (1) come, per esempio, nello studio dei separatori di umidità applicati ad una determinata caldaia, oppure delle curve di espansione del vapore nelle locomotive compound a vapore saturo o surriscaldato, per vedere in quale parte della trasformazione si attraversa il *punto nodale* (2), ecc.

Gli strumenti adatti per la determinazione del titolo del vapore delle caldaie delle locomotive in marcia devono essere di facile uso, rapida montatura in opera, solidi, poco ingombranti e di sollecita sensibilità; essi devono poi essere costruiti in modo da potersi facilmente proteggere dalle variazioni della temperatura nell'ambiente dove

(1) Seguendo la consueta definizione, chiamiamo *titolo del vapore umido* il peso di vapore saturo e secco che si trova in un chilogrammo di miscela.

(2) Quando il vapore si espande mantenendosi sempre saturo e secco mediante una continua somministrazione di calore, esso percorre nel piano $p\,v$ una curva detta *linea limite di saturazione* definita alla politropica $pv^{1.0646} = 1.7617$. Il punto di intersezione della politropica di espansione adiabatica con la linea di saturazione è detto dal Richter *punto nodale*.

Digitized by Google

si esegue la lettura, e dipendenti dal fatto che la locomotiva è in marcia spesso a velocità elevate.

Tali caratteristiche non sono realizzate tutte in modo completo e contemporaneamente in nessuno dei tipi di misuratori dell'umidità di cui è ricca la fisica sperimentale [1].

Nella pratica corrente di esperimenti su locomotive, solo due apparecchi si sono dimostrati sufficientemente pratici per essere usati correntemente in marcia. Essi danno un'esattezza accettabile per i resultati sperimentali che si vogliono conseguire e si completano a vicenda sia per il caso di misure a titolo assai basso ed anche inferiore al *titolo critico* [2] come per il caso di misure a titolo alto fino all'unità o *superiore* (vapore surriscaldato).

Descriveremo i due apparecchi, indicandone le caratteristiche fondamentali ed il modo di usarli sulle locomotive.

1° *Calorimetro per espansione* del Peabody modificato dal Max Innes. La teoria di questo calorimetro è rapidamente svolta con l'uso del diagramma entropico (temperatura-entropia) (fig. 48).

Lo stato fisico del vapore di cui si desidera conoscere il titolo sia rappresentato dal punto C. Se si fa espandere tale vapore con produzione di lavoro esterno (espansione adiabatica) la trasformazione è rappresentata da un segmento parallelo alle ordinate T; se invece si fa espandere tale vapore senza lavoro esterno, attraverso una strozzatura, la linea di trasformazione è una linea a *calore costante* $C\,C'\,C''$. Si vede subito che se si spinge l'espansione ad un sufficiente grado, la curva di trasformazione interseca in C' la curva limite di saturazione $S\,S'$, e penetra nella regione del vapore surriscaldato. La isobara e la isoterma passanti per il punto C'', che rappresenta lo stato finale della trasformazione, danno i valori numerici T_2 e G dello stato fisico del vapore dopo l'espansione.

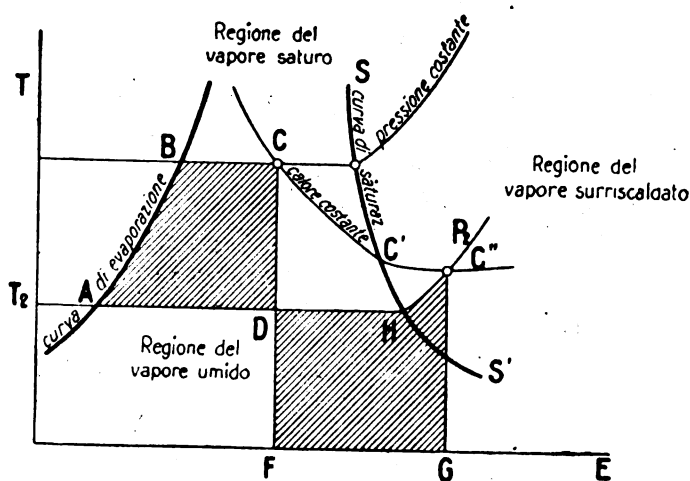



Fig. 48.

[1] Cfr. *Revue de mécanique*, 1911, pag. 38 e segg.; M. Izart, « La production économique de la force motrice: détermination de l'humidité de la vapeur»; *Teoria delle macchine motrici industriali*, E. Garuffa, Vallardi, 1915; *Il laboratorio sperimentale*, Direzione costruzioni navali del R. Arsenale di Spezia, ing. C. A. Bertella, 1916; *Trattato di macchine termiche*, ing. C. Baulino, vol. 1°, Giusti, Livorno, 1921; *L'eau liquide mécaniquement entrainée par la vapeur*, Béranger, Parigi.

[2] Per ogni vapore e per ogni temperatura esiste un valore particolare del titolo al disopra del quale l'espansione adiabatica è accompagnata da condensazione; al disotto invece è accompagnata da evaporazione. Viceversa per la compressione adiabatica. Tale valore particolare dicesi *titolo critico*.

Digitized by Google

Si sa dalla termodinamica generale che deve sussistere sempre l'equivalenza:

$$\text{area } A\ B\ C\ D = \text{area } D\ H\ C''\ G\ F$$

perciò, mediante *la misura della temperatura e della pressione all'origine C ed alla fine C'' dell'espansione*, si può dedurre il valore del titolo nel modo seguente:

La quantità Q_1 di calore totale del vapore umido nel punto C sarà evidentemente:

$$Q_1 = p x \lambda + p\ (1 - x)\ .\ t$$

essendo p il peso totale del vapore umido saturo e λ il calore totale del vapore saturo alla pressione p e temperatura t.

D'altra parte la quantità di calore Q_2 allo stato finale C'' sarà:

$$Q_2 = p \left\{ \lambda_s + [Cp]_m\ (t' - t_s) \right\}$$

Essendo λ_s il calore totale del vapore saturo alla pressione alla quale si è ultimata la espansione; $[Cp]_m$ il calore specifico medio a pressione costante del vapore surriscaldato; t' la temperatura del vapore surriscaldato dopo l'espansione; t_s la corrispondente temperatura alla pressione con la quale il vapore ha finito l'espansione.

Non essendovi trasmissione di calore all'esterno sarà $Q_1 = Q_2$ e cioè dopo evidenti semplificazioni algebriche

$$x = \frac{\lambda_s + [Cp]_m\ (t' - t_s) - t}{\lambda - t}. \qquad [1]$$

Se lo scarico del vapore si effettua nell'atmosfera si ha:

$$t_s = 100^0\ ;\ \lambda_s = 637 \text{ calorie.}$$

La [1] diviene allora

$$x = \frac{637 + [Cp]_m\ (t' - 100) - t}{\lambda - t} \qquad [2]$$

Se si misurano direttamente le temperature t e t' le altre quantità sono note e quindi risulta determinato x come si desiderava.

Una volta noto t, si deduce λ dalle tavole del Régnault; il valore di $[Cp]_m$, che in addietro si riteneva costante e indipendente dal grado di surriscaldamento del vapore, è invece variabile, e si può tener per sufficientemente approssimata la legge di variazione rappresentata nel grafico dei valori ricavati sperimentalmente da Knoblanch e Jakob e riportato nella fig. 49 (1).

(1) Nelle determinazioni normali le temperature di surriscaldamento e le corrispondenti pressioni sono basse, e quindi si possono ritenere sufficienti i dati del Knoblanch e Jacob. In caso diverso bisogna tenere presente quanto è stato detto dal prof. Armand Duchesne e dal compianto prof. V. Dwelshauvers-Dery (cfr. *Revue de mécanique*, anno 1912: « Examen des récherches par M. Armand Duchesnes sur les propriétés de la vapeur d'eau surchauffée », pag. 209 a pag. 240.

Digitized by Google

Il calorimetro è costituito (fig. 50) da un separatore cilindrico D destinato a raccogliere l'umidità principale di condensazione per mettere a regime l'apparecchio [1] e da un secondo recipiente nel quale il vapore si espande dalla pressione della caldaia a quella atmosferica, mediante un foro capillare.

Si ammette che l'espansione attraverso il foro capillare avvenga adiabaticamente. Si misurano con due termometri le due temperature t con il termometro T, e t con il termometro t; e poi si applica la formola [2]. È evidente che, se il vapore di cui si vuol conoscere il titolo è ricco di acqua trascinata, la curva $C\,C'\;C''$ non entrerà più nella zona del vapore surriscaldato; ed allora il vapore si espanderà fino all'atmosfera mantenendosi sempre umido. L'apparecchio in tal caso diviene insufficente per l'esatta determinazione del titolo.

Nella fig. 51 si riporta per notizia *la curva limite* del titolo al disotto del quale il calorimetro per espansione non è più applicabile con la sola lettura di due temperature.

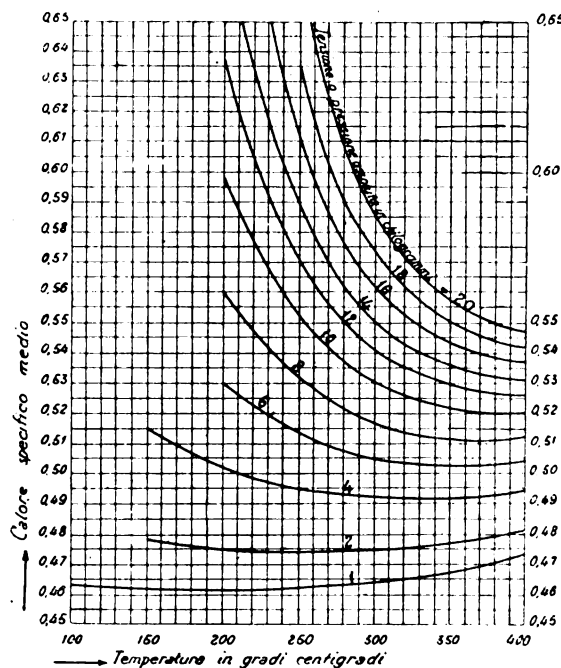



Fig. 49. — Variazioni del calore specifico medio sotto pressione costante del vapore surriscaldato (Valori di Knoblanch e Jacob).

Fig. 50. — Calorimetro per espansione (misuratore del titolo).

2° In casi in cui sia necessaria una misura di vapore a titolo molto basso ed inferiore, per ogni pressione, a quello indicato dal grafico nella fig. 51, si ricorre al *calorimetro per surriscaldamento* del Rateau che può considerarsi come il reciproco del precedente, in quanto che il surriscaldamento, invece di essere prodotto dall'espansione attraverso un foro in parete sottile, è

[1] Nelle determinazioni a regime il separatore D serve per misurare l'acqua raccolta nell'unità di tempo nel caso di vapore a titolo molto basso. Basterà misurare anche la quantità di vapore che ha attraversato il separatore nello stesso tempo per dedurre la umidità del vapore. Tale accessorio rende il calorimetro del Peabody applicabile senza limiti del valore inferiore del titolo da misurare: ma esso non è assolutamente utilizzabile in misure correnti fatte su locomotive in marcia e perciò l'apparecchio del Peabody si può usare nei nostri esperimenti solo entro i limiti della sua sensibilità dati dalla curva rappresentata nella figura 51.

Digitized by Google

provocato direttamente da una sorgente esterna. Con l'apparecchio Rateau si ottengono misure correnti sulla locomotiva in corsa, che danno una esattezza molto grande e certamente superiore a quella che praticamente si richiede ad apparecchi del genere, e ciò senza alcun limite pratico di funzionamento.

Fig. 51. — Titolo massimo misurabile con un calorimetro per espansione attraverso un rubinetto.

La teoria dell'apparecchio Rateau è assai semplice.

Si divida un getto di vapore in due parti uguali: se ne surriscaldi una sola metà, di una quantità qualsiasi, e poi si mescoli con l'altra in modo che la miscela risulti ancora di vapore surriscaldato. Ciò fatto, si misuri la temperatura di surriscaldamento della prima metà e la temperatura di surriscaldamento del miscuglio. Se, per esempio, il vapore fosse stato inizialmente saturo e secco, il surriscaldamento del miscuglio risulterebbe precisamente la metà del surriscaldamento della parte; se non sarà così, la temperatura del miscuglio si sarà abbassata in dipendenza dell'acqua trascinata dal vapore. Si abbia:

t = temperatura iniziale del vapore considerato saturo e secco;

t_1 = temperatura di surriscaldamento della metà di vapore surriscaldata;

t_2 = temperatura di surriscaldamento del miscuglio;

$[Cp]_m$ = il calore specifico medio del vapore surriscaldato nelle due condizioni di prova;

r = il calore latente di vaporizzazione dell'acqua trascinata dal vapore alla temperatura t.

Ammettendo che della quantità totale di vapore immessa nell'apparecchio ne passi una metà da una apposita derivazione e l'altra metà dall'altra, il calore di surriscaldamento della metà di vapore umido, dalla temperatura iniziale t a quella finale di surriscaldamento t_2 del miscuglio risulterà:

$$Q_1 = \frac{1}{2} r x + \frac{1}{2} [Cp]_m (t_2 - t)$$

(vaporizzazione dell'acqua in sospensione nel vapore + surriscaldamento).

Analogamente, la perdita di calore della metà del vapore surriscaldato, per passare dalla temperatura t_1 alla temperatura t_2 del miscuglio risulterà:

$$Q_2 = \frac{1}{2} [Cp]_m (t_1 - t_2)$$

Digitized by Google

Le due quantità Q_1 e Q_2 dovranno essere uguali quando si ammetta che non vi siano scambi di calore con l'esterno durante il tempo della miscela, e perciò:

$$\frac{1}{2} r x + \frac{1}{2} [Cp]_m (t_2 - t) = \frac{1}{2} [Cp]_m (t_1 - t_2)$$

da cui, con evidenti semplificazioni:

$$x = [Cp]_m \left(\frac{t_1 - 2 t_2 + t}{r}\right). \qquad [3]$$

Con tale formula si determina così il titolo cercato, mediante la misura di tre temperature: quella di surriscaldamento iniziale t_1; quella del miscuglio t_2 e quella del vapore saturo corrispondente alla pressione iniziale, t; i valori di r ed $[Cp]_m$ sono presi dalle solite tavole già ricordate.

Anche in questo caso possono essere sufficienti due sole temperature t_1 e t_2 poichè la temperatura t si può dedurre dalla lettura del manometro messo al tubo di derivazione del vapore di cui si vuol misurare il titolo, e con accettabile precisione.

La realizzazione pratica dell'apparecchio Rateau è assai semplice (figura 52).

Da una unica presa di vapore, si derivano due serpentini perfettamente uguali *B* e *C* con un raccordo perfettamente simmetrico *A*.

Il serpentino *B* sarà riscaldato ad esempio con una lampada svedese *S*, mentre il serpentino *C* ed il recipiente *N* saranno rivestiti di coibente. Un apposito riparo *a a* fra i due serpentini impedirà che la fiamma della lampada investa il serpentino *C* proteggendo la fiamma stessa dalle correnti d'aria che si verificano nel luogo d'applicazione dell'apparecchio (generalmente sopra i cilindri, vicino ai tubi di introduzione o di scappamento) dove si vuol derivare il vapore di cui si determina il titolo. Il manometro *M*, darà la pressione, e quindi la corrispondente temperatura del vapore saturo, ed i termometri t_1 e t_2 daranno le tem-

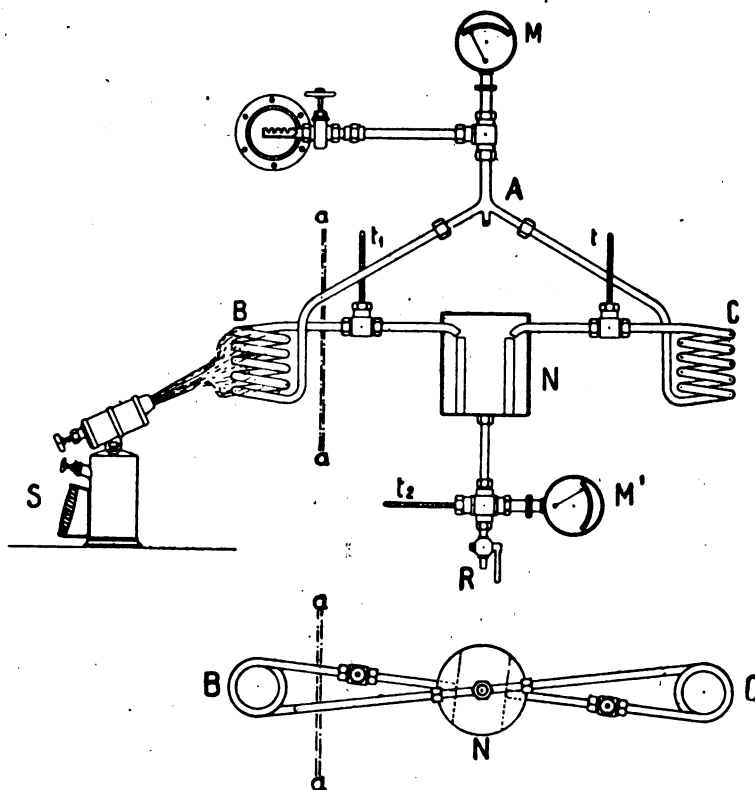



Fig. 52. — Apparecchio Rateau per la misura del titolo del vapore.

Digitized by Google

perature necessarie all'applicazione della formula [3], che si leggeranno quando l'apparecchio sarà a regime. A tal uopo, si lascerà uscire dal rubinetto di scarico R la quantità totale di vapore necessaria per il funzionamento regolare dell'apparecchio.

È consigliabile avere anche un secondo manometro M_1 per avere subito il controllo che il termometro t_2 segni la temperatura di un vapore di scarico ancora lievemente surriscaldato.

4. – Manometri, vacuometri, termometri e pirometri registratori.

Non si insiste sulla descrizione particolareggiata di tali strumenti che sono di comune e necessario corredo ad ogni esperimento completo che si voglia eseguire su macchine termiche [1].

Si accennerà soltanto ad alcune caratteristiche che rendono in ispecial modo consigliabili alcuni tipi di tali strumenti per le speciali esigenze degli esperimenti sulle locomotive in marcia.

a) Manometri e vacuometri registratori. — Sono usati da noi gli strumenti del tipo Rosenkranz (Hannover), i quali sono però modificati nel senso che lo svolgimento del tamburo, portante la carta della zona, si effettua *in due od in quattro ore* a seconda dei casi, interessando di avere uno sviluppo di zona sufficiente per apprezzare le variazioni della pressione, o del grado di vuoto, in relazione con gli altri elementi sottoposti a controllo, ma tali al tempo stesso da non richiedere ricambi di zone lungo il percorso. Inoltre è abolito, per tali apparecchi registratori, il sistema della penna scrivente tipo Richard o simili con inchiostro, ed è sostituito con l'altro più pratico per le locomotive, sebbene un po' più costoso, della punta metallica (argento o pacfond) tracciante sulla carta metallizzata, come si pratica ordinariamente con gli indicatori di pressione. I diagrammi che così si ottengono risultano chiari anche a lieve strofinio della punta, e quindi con grande sensibilità, mentre quelli che si ottengono con l'inchiostro sono troppo di frequente inutilizzati per gli inconvenienti evidenti che producono le vibrazioni della macchina in una penna imbevuta d'inchiostro.

b) Termometri e pirometri. — I termometri semplicemente indicatori usati negli esperimenti per la misura diretta delle temperature, sono generalmente del tipo comune a mercurio fino alla graduazione di circa 360° (punto di ebollizione del mercurio) e servono per le misure inerenti al comportamento del vapore saturo. Per la temperatura del vapore surriscaldato e per quella dei prodotti della combustione, i termometri a mercurio devono avere una a graduazione almeno fino a 500°-550°, ed allora essi sono del tipo con gas inerte, sotto pressione, soprastante alla colonna termometrica per ritardare l'ebollizione del mercurio stesso.

I termometri più idonei all'uso sulle locomotive sono del tipo Fournier a quadrante orizzontale con tracciamento polare della curva delle temperature e con bulbo

---

[1] Cfr.: *L'industria*: « La tecnica del controllo della combustione allo stato presente », vol. XXXVI, n. 5-6 marzo aprile 1923; *The Engineer*, 27 aprile 1923, pag. 437 a 439: « The control of Boilers by Temperature and Draught Measurements», by I. Kershaw.

Digitized by Google

a tensione di vapore saturo applicato a distanza dall'apparechio registratore. Essi servono bene per misure comprese tra i 100° e 400° centigradi e possono avere l'apparecchio registratore ubicato in un punto qualsiasi della locomotiva, od anche nella carrozza dinamometrica.

I termometri a tensione di vapore saturo si basano sul principio che la tensione di un vapore saturo è funzione fisica esclusiva della temperatura ed è indipendente dal volume che occupa.

La costanza della temperatura di un vapore saturo, a parità di pressione, rende superfluo ogni dispositivo atto a compensare la influenza della temperatura sugli organi dello strumento.

Per conseguenza, i termometri a tensione di vapore saturo sono più semplici e più esatti di altri. Con il sistema della misura della temperatura a mezzo della corrispondente tensione di vapore saturo, si introduce, in una capsula *K*, un liquido a tensione di vapore determinata fino ad un livello prestabilito (fig. 53).

Al disopra di tale liquido, di cui le variazioni di pressione sono comunicate idraulicamente all'organo motore (generalmente un tubo manometrico del Bourdon, *A*) che comanda la punta scrivente dell'apparecchio registratore, si introduce un altro liquido sensibile *J* che è il liquido misuratore della temperatura. La pressione del tubo manometrico *A* è sempre uguale alla più grande delle tensioni delle due componenti.

Fig. 53. — Schema di un pirometro Fournier.

In tali apparecchi, entro i limiti di temperatura indicati, il liquido intermediario è la glicerina e il liquido sensibile è l'acido carbonico anidro sotto pressione. L'apparecchio non funziona più regolarmente a temperature sensibilmente superiori ai 400°.

Per temperature comprese tra 200° e 1300° si adoperano *pirometri* a coppia termoelettrica per contatto. Lo stelo con il bulbo contiene l'elemento attivo della coppia termo-elettrica che genera la corrente necessaria ad orientare l'apparecchiatura mobile del galvanometro che guida la punta scrivente. Tanto per i termometri come per i pirometri, l'apparecchio registratore ha le stesse caratteristiche di quelle dei manometri e vacuometri sopra ricordati.

Digitized by Google

PARTE SECONDA

Metodi di esperimento

Si tratterà qui soltanto dei metodi seguìti per le prove di trazione in corsa con le locomotive a vapore, ciò che costituisce la maggiore e più frequente utilizzazione della carrozza dinamometrica: si omette ogni cenno su altre prove speciali (frenatura, misurazione dei moti anormali o speciali di qualche organo dei rotabili in marcia, locomotive elettriche, ecc.) perchè è ovvio che, in ciascuna esperienza specifica, per l'uso degli apparecchi speciali pure esistenti nella carrozza dinamometrica, si adottano metodi appropriati in ciascun caso, ispirandosi però sempre a quei concetti fondamentali di rigore, di esattezza e di controllo ai quali si è accennato o si accennerà in seguito.

Con i mezzi già descritti si possono eseguire tutti gli esperimenti dinamometrici necessari alla completa conoscenza del comportamento e dei consumi delle locomotive [1].

---

[1] *L'ergometro d'inerzia*, di cui si è fatta la descrizione e si è svolta in precedenza la teoria, permette da solo di ricavare tutti i dati sperimentali che si ottengono con la carrozza dinamometrica. Si riportano ora i metodi più caratteristici così come sono indicati dal Doyen (cfr. nota (1) di pag. 111).

a) Determinazione della resistenza al rotolamento di un treno completo (compresa la locomotiva e il tender)

Si scelga un tratto di marcia a regolatore chiuso.

Siano V e V' le velocità Y ed Y_0 le ordinate della curva dell'ergometro, rispettivamente al principio ed alla fine dell'esperimento svolto entro uno spazio E; e sia R la resistenza unitaria (per tonnellata) del treno completo durante lo spazio E.

Il lavoro della resistenza R avrà per espressione:

$$\int_0^E RdE = C(Y - Y_0) = T_R \qquad [1]$$

e se R è la resistenza media

$$RE = C(Y - Y_0)$$

da cui

$$R = \frac{C}{E}(Y - Y_0)$$

Tale resistenza media corrisponde naturalmente alla velocità media $\frac{V + V_0}{2}$ durante il tratto a regolatore chiuso.

In ogni esperimento si può calcolare la resistenza al rotolamento ad ogni chiusura di regolatore; si è perciò in grado di determinare la legge delle resistenze proprie del treno.

Conoscendo tale legge si può dedurre il diagramma del lavoro effettuato a regolatore aperto.

Su di una linea A B rappresentante lo spazio di esperimento, si fissino dei punti intermedi a, b, c,... In ciascuno di questi punti si traccino i segmenti aa_0, bb_0, cc_0,... proporzionali alla resistenza corrispondente alla velocità in quel punto. Le aree che ne rimangono determinate congiungendo gli estremi A a_0 b_0 c_0... B sono proporzionali alle resistenze cercate.

b) Determinazione del lavoro totale del vapore nei cilindri motori.

Essendo F la resultante degli sforzi motori e resistenti, esclusa la gravità, il corrispondente lavoro entro di uno spazio E è dato dalla

$$\int_0^E FdE = C(Y - Y_0) = T_F \qquad [2]$$

Digitized by Google

È perciò necessario conoscere quali sono i metodi costantemente seguiti in tali

---

Il lavoro totale T del vapore nei cilindri risulterà, dalla [1] e dalla [2],

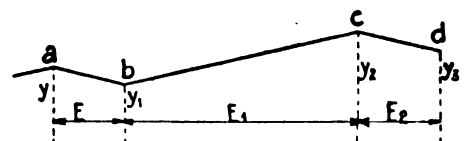
$$T = T_F + T_R \,. \qquad [3]$$

Supponiamo, per esempio, che si voglia fare tale determinazione con una locomotiva alla velocità tra 100 e 110 km.-ora. Raggiunta la velocità, per esempio, di 110 km.-ora, si chiuderà il regolatore per qualche tempo, poi lo si riaprirà percorrendo così un determinato spazio; e infine lo si chiuderà nuovamente.

La linea tracciata dall'ergometro avrà l'andamento indicato nella figura 54. Il tratto $a\,b$ corrisponderà alla prima chiusura del regolatore, la parte $c\,d$ alla seconda, mentre la parte $b\,c$ sarà relativa al tratto di marcia a regolatore aperto.

La resistenza del treno al principio e alla fine dell'esperienza sarà data dalle:

Fig. 54.

$$R = C\,\frac{Y_1 - Y}{E} \quad ; \quad R' = C\,\frac{Y_3 - Y_2}{E_2}$$

ed ammettendo che la resistenza da b a c sia eguale a $\frac{R + R'}{2}$ risulterà $T_R = \frac{R + R'}{2} E_1$

Il lavoro della forza F tra b e c essendo

$$T_F = C\,(Y_2 - Y_1)$$

la formola [3] diviene

$$T = T_F + T_R = C\,(Y_2 - Y_1) + \frac{R + R'}{2} E_1 \qquad [4]$$

Se si conoscessero le velocità V, V_1, V_2, V_3.... nei punti a, b, c, d, ..., si avrebbe (supponendo per semplicità la strada orizzontale)

$$R = \frac{m\,(V_1^2 - V^2)}{2\,E}\ ;\ R' = \frac{m\,(V_3^2 - V_2^2)}{2\,E_2}\ ;\ T_F = \frac{m\,(V_2^2 - V_1^2)}{2}$$

il lavoro totale sarebbe

$$T = \frac{m\,(V_2^2 - V_1^2)}{2} + \frac{R + R'}{2} E_1 \qquad [5]$$

e quindi si potrebbe ottenere il valore di T senza l'ausilio dell'ergometro. Praticamente però la misura delle velocità con gli usuali tachimetri non è possibile con la esattezza che richiede l'applicazione della formula [5] dove esse figurano al quadrato; e quindi l'applicazione diretta della [4] con i dati dell'ergometro, che ha una precisione molte volte accettabile, diviene necessaria in ogni misura sperimentale.

c) Misura della resistenza al moto del solo materiale rotabile.

Siano:

p, il peso in tonnellate del treno rimorchiato;
r, la sua resistenza unitaria al rotolamento (per tonnellata);
E-E_0, il percorso considerato;
V e V_0, la velocità iniziale e finale del percorso stesso;
H, la differenza di quota in metri, tra le due estremità del percorso E-E_0;
$\frac{1000\,p}{g}\,\frac{V^2 - V_0^2}{2}$ il lavoro dell'accelerazione;
$\pm\,1000\,p\,H$ il lavoro della gravità.

Il registratore integratore del lavoro che esiste nella carrozza dinamometrica (vedi descrizione a pag. 95) registra il lavoro Tc al gancio di trazione della locomotiva, compreso il lavoro della gravità, e quindi, per il percorso E-E_0, effettuato a regolatore aperto, dà direttamente il valore espresso dalla formula seguente

$$T_c = p\,r\,(E - E_0) + \frac{1000\,p\,(V^2 - V_0^2)}{2\,g} \pm 1000\,p\,H$$

Digitized by Google

esperimenti per avere tutti gli elementi di giudizio atti a dare la maggiore chia-

---

da cui il lavoro unitario per tonnellata

$$\frac{T_c}{p} = t_c = r\,(E - E_0) + \frac{1000}{g}\,\frac{V^2 - V_0^2}{2} \pm 1000\,H$$

da cui risulta

$$r = \frac{t_c - \dfrac{1000}{g}\,\dfrac{V^2 - V_0^2}{2} \pm 1000\,H}{E - E_0}\,. \qquad [6]$$

Con l'uso dell'ergometro si ha direttamente il valore dell'espressione

$$\frac{1000\,(V^2 - V_0^2)}{2\,g} \pm 1000\,H\,.$$

L'accelerazione reale del treno W' è data dalla relazione

$$W' = \frac{dv}{dt} = \frac{g}{1000}\,(F \mp i) \qquad [7]$$

dove: — i è la salita di i millimetri per metro; + i è la discesa di i millimetri per metro

Essendo

$$v\,dt = d\,E$$

$$dt = \frac{d\,E}{v}$$

si ha dalla [7]

$$W' = \frac{v\,d\,v}{d\,E} = \frac{g}{1000}\,(F \mp i)$$

$$v\,dv = \frac{g}{1000}\,(F\,d\,E \mp i\,d\,E)$$

che integrata entro i limiti V e V_0 dà:

$$\frac{V^2 - V_0^2}{2} = \frac{g}{1000}\left[\int_{E_0}^{E} F\,d\,E \mp \int_{E_0}^{E} i\,d\,E\right]. \qquad [7']$$

Ma essendo il primo termine entro parentesi misurato dall'ergometro secondo l'espressione

$$\int_{E_0}^{E} F\,d\,E = C\,(Y - Y_0)$$

e risultando il secondo termine, pure entro parentesi, il lavoro della gravità espresso dalla

$$\int_{E_0}^{E} i\,d\,E = 1000\,H$$

si ha per risultato sostituendo nella [7']

$$\frac{V^2 - V_0^2}{2} = \frac{g}{1000}\,[C\,(Y - Y_0) \mp 1000\,H]$$

da cui

$$\frac{1000}{g}\left(V^2 - V_0^2\right) \pm 1000\,H = C\,(Y - Y_0)$$

Sostituendo nella [6] il valore ora trovato si ha

$$r = \frac{t_c - C\,(Y - Y_0)}{E - E_0}\,. \qquad 8]$$

È opportuno mettere in evidenza che il valore di r è ottenuto combinando i dati che si ottengono con l'integratore registratore del lavoro della carrozza dinamometrica, e quelli ottenuti con l'ergometro di

Digitized by Google

rezza di interpretazione dei dati raccolti e a definire per ognuno di essi il divario mas-

---

inerzia — mentre la resistenza R di un treno completo è misurata direttamente dall'ergometro d'inerzia nei periodi di marcia a regolatore chiuso (punto *a*) della presente nota).

La legge che lega i valori di R a quelli di r è una legge meccanica complessa, che però ha le seguenti caratteristiche:

Il valore di R sarà sempre maggiore di r; R ed r hanno sempre incrementi dello stesso segno (entrambi aumentano o diminuiscono nello stesso tempo); il valore di $R - r$ deve essere sempre piuttosto piccolo. Tali constatazioni danno all'operatore la garanzia della concordanza di funzionamento tra l'indicatore registratore del lavoro della carrozza dinamometrica e l'ergometro di inerzia, ed evitano la possibilità d'incorrere in errori grossolani di lettura o di calcolo.

d) Misura dell'effetto utile di un freno.

Siano

ψ lo sforzo ritardatore d'un freno per tonnellata di treno, variabile in funzione della velocità;
R la resistenza al rotolamento per tonnellata di treno completo;
F la risultante dello sforzo motore e resistente, compresa la gravità, per tonnellata di treno.

Si avrà

$$F = \psi + R$$

Il lavoro negativo T_F dovuto alla frenatura e alla resistenza al moto è dato dalla espressione

$$T_F = \int_{E_0}^{E} F\, d\, E = C\,(Y - Y_0)$$

L'integrazione di tale diagramma si può fare graficamente, oppure sostituendo ad esso una sommatoria.

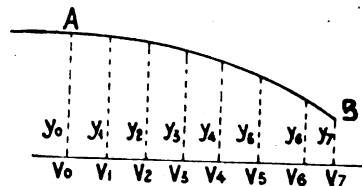
Essendo F molto grande, il diagramma dell'ergometro sarà molto inclinato e avrà la forma della fig. 55.

Sia l'istante A quello dell'inizio della manovra del freno. Le ordinate $Y_0\ Y_1\ Y_2 ....$, siano tracciate proporzionalmente agli spazi percorsi dal treno, per esempio, ogni 10 metri.

Fig. 55.

Il lavoro di frenatura per ciascun intervallo sarà

$$T_{F_1} = C\,(Y_1 - Y_0)$$
$$T_{F_2} = C\,(Y_2 - Y_1)$$

. . . .

e gli sforzi ritardatori risulteranno

$$\psi_1 = \frac{C\,(Y_1 - Y_0)}{10} - R_1$$

$$\psi_2 = \frac{C\,(Y_2 - Y_1)}{10} - R_2$$

. . . .

Il diagramma permetterà di determinare facilmente la diminuzione di velocità ottenuta in ogni intervallo, poichè si ha:

$$\frac{V_1^2 - V_0^2}{2} = \frac{g}{1000}\,[C\,(Y_1 - Y_0) \mp 1000\, H_1]$$

da cui

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 + \frac{2\,g}{1000}\,[C\,(Y_1 - Y_0) \mp 1000\, H_1]}$$

e analogamente

$$V_2 = \sqrt{V_0^2 + \frac{2\,g}{1000}\,[C\,(Y_2 - Y_0) \mp 1000\, H_2]}$$

. . . .

Digitized by Google

simo dell'errore probabile da cui sono affetti in conseguenza del differente grado di precisione degli strumenti adoperati [1].

I. – Misure dirette in corsa e taratura degli strumenti.

In tutte le esperienze in corsa si utilizza la carrozza dinamometrica con gli apparecchi in essa installati.

Si è visto che il diagramma dinamometrico contiene, oltre la linea degli sforzi di trazione e quella della velocità in funzione dello spazio, anche quella del lavoro al gancio di trazione, come appare alla tav. XVI che è un esempio di riproduzione in grande scala di uno di tali diagrammi.

Le misurazioni al gancio posteriore della locomotiva rimangono quindi tutte registrate e sono senz'altro utilizzate per il calcolo degli elementi sperimentali che si ricavano. Ad esse vanno però aggiunte le misurazioni complementari che si fanno sulla locomotiva con gli strumenti all'uopo indicati e che si riassumono brevemente:

a) *Rilievo dei diagrammi del lavoro indicato.* — Nelle locomotive a vapore in generale, sottoposte ad esperienze, sono collocati opportunamente gli indicatori di pressione sui cilindri per il rilievo dei diagrammi.

Le modalità di applicazione degli strumenti si sono riassunte nelle precedenti note (V. Parte Prima, pag. 133).

Si deve aver cura, per ogni locomotiva, di dare ai tubi di comunicazione fra l'indicatore e le estremità dei cilindri motori un diametro interno sufficiente (12 mm.), e la minima lunghezza possibile, evitando differenze sensibili fra le lunghezze dei due tubi di uno stesso cilindro, nonchè le curve brusche dei tubi stessi: data quindi la moderata lunghezza, e la copertura isolante di cui sono sempre rivestiti i detti tubi, è da ritenersi che la quantità d'acqua trascinatavi dal vapore sia sempre assai limitata, di guisa che la sua eventuale rivaporizzazione nel periodo d'espansione, con conseguente deformazione della curva relativa a tale fase, deve in realtà raramente verificarsi con effetto perturbatore sensibile.

---

e così di seguito.

La velocità iniziale di frenatura V_0 quando non si derivi dal tachimetro della carrozza dinamometrica, si può dedurre come segue:

Essendo H la differenza di livello tra A e B, e nulla la velocità in B, si ha:

$$\frac{-V_0^2}{2} = \frac{g}{1000}\left[C\,(Y_7 - Y_0) \mp 1000\,H\right]$$

da cui

$$V_0 = \sqrt{\frac{2g}{1000}\left[C\,(Y_0 - Y_7) \pm 1000\,H\right]}$$

N. B. La determinazione di V_0 con l'ergometro può riuscire molto più esatta di quella che si possa ottenere con gli usuali tachimetri, e quindi in molti casi si suggerisce per il valore di V_0 quello dedotto dalla formula sopra indicata.

[1] Seguendo i metodi della Amministrazione delle F. S. si eliminano le incertezze più notevoli che si rilevano in genere nei risultati di prove dinamometriche, e che sono riassunte dal dott. ing. Rodolfo Sanzin in una sua notevole memoria (cfr. *Die Lokomotive*, maggio 1913, pag. 97, e per recensione *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, anno II, vol. I, n. 6, 15 maggio 1913, pag. 511 a 514).

Digitized by Google

Tale fenomeno, tuttavia, non può sempre essere escluso; e perciò l'operatore deve premunirsene ed in ogni modo tenerne conto per scartare i diagrammi che accusano tale difetto. Analogamente si deve tener conto della esatta simmetria dei tubi di presa del vapore che debbono risultare il più possibile corti ed essere applicati sul cilindro verso la parte centrale dei coperchi anteriore e posteriore. Si eviteranno così le vibrazioni nelle fasi di introduzione ed espansione che qualche volta si verificano nello strumento, alterando i diagrammi (1).

Di massima i diagrammi sono presi su ambedue le faccie dello stantuffo successivamente e con la maggior celerità possibile (da 2″ a 3″). Prima del rilievo di ciascun diagramma si deve aver cura di aprire per brevi istanti i rubinetti di spurgo dei cilindri delle locomotive, specie se a vapore saturo, che ne sono provviste, allo scopo di eliminare, per quanto possibile, la presenza dell'acqua di condensazione.

L'istante in cui deve essere preso il diagramma sarà sempre scelto opportunamente in modo che durante il breve intervallo dell'operazione non vi siano variazioni positive o negative sensibili dell'accelerazione del treno; la locomotiva non si trovi in curva, per non avere dissimetria troppo accentuata nel lavoro motore dei cilindri, e le condizioni di funzionamento, sia della caldaia, come del meccanismo motore, siano il più possibile a regime.

Per la segnalazione dell'istante in cui viene preso il diagramma coll'indicatore di pressione si procede generalmente nel modo seguente:

Uno o due operatori, a seconda del tipo di locomotiva, sono situati sul davanti della macchina, convenientemente protetti da una garetta di legno, ed hanno per compito il rilievo dei diagrammi; l'ingegnere incaricato della direzione delle esperienze, stando nella cabina del macchinista, avverte gli operatori del momento in cui essi devono predisporsi al rilievo del diagramma: e ciò a mezzo di una cornetta situata sul davanti della locomotiva e attaccata all'estremità di un tubo flessibile metallico disposto lungo il corpo cilindrico e recante all'altra estremità, situata in cabina, una pera di gomma. Gli operatori, appena pronti, rispondono servendosi d'altro dispositivo analogo di segnalazione acustica montato in senso inverso; un terzo segnale che parte dalla cabina del macchinista ordina di rilevare il diagramma, che viene immediatamente preso, mentre uno degli operatori, mediante un contatto elettrico, produce direttamente sulla linea dei punti di riferimento della zona dinamometrica un segno a mezzo del quale resta così individuato esattamente il punto della linea in cui il diagramma è stato rilevato; tale riferimento appare chiaramente dalla tavola XVI in cui si è riprodotta in grande scala una parte di un diagramma dinamometrico originale con tutti i particolari relativi.

Per ogni diagramma vengono inoltre rilevati nella cabina del macchinista e notati su appositi moduli, oltre al numero progressivo:

1° l'ora esatta del rilievo, che è contemporaneamente registrata per controllo anche dall'assistente alla zona dinamometrica, sulla zona stessa in corrispondenza del segno tracciato direttamente e di cui si è detto più sopra;

2° la pressione in caldaia e, per le macchine a doppia espansione, anche quella

(1) Cfr. ROBERT GARBE, *Die dampflokomotiven der Gegenwart*, edizione 1920, pag. 577 a 613. — *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, vol. XXIV, anno 1923, n. 1 del secondo semestre, pag. 17.

Digitized by Google

nel *receiver*; mentre per le locomotive a vapore surriscaldato e a semplice espansione si nota la pressione nella camera di distribuzione oltre quella della caldaia;

3º il grado di apertura del regolatore di presa vapore;

4º il grado d'introduzione *A. P.* e *B. P.* segnato dalla posizione della vite d'inversione di marcia;

5º la depressione in camera a fumo in millimetri d'acqua;

6º la velocità indicata sul quadrante del tachimetro della locomotiva, quale termine di confronto con quella che viene esattamente fornita dalla zona dinamometrica.

7º la temperatura del vapore nella camera di distribuzione per le locomotive a vapore surriscaldato;

8º la temperatura del vapore nel *receiver* per le locomotive a doppia espansione ed a vapore surriscaldato:

9º la temperatura del vapore di scappamento per le locomotive a vapore surriscaldato.

Gli operatori incaricati del rilievo dei diagrammi d'indicatore, non hanno da notare che il numero progressivo, e, dove è possibile, fare qualche segno di riferimento della linea nella zona continua di carta dove sono tracciati i diagrammi: solo per le locomotive a vapore surriscaldato sono osservate, in corrispondenza d'ogni diagramma, e notate, oltre il numero d'ordine, le temperature del vapore saturo e di quello surriscaldato nei due compartimenti della camera collettrice, e la temperatura dei gas caldi all'uscita dei grossi tubi bollitori contenenti gli elementi del surriscaldatore.

Queste tre indicazioni sono date da tre termometri speciali opportunamente collocati, la lettura dei quali è fatta o contemporaneamente o subito dopo il rilievo del diagramma.

Dopo breve tirocinio del personale addetto alle esperienze, il procedimento delle segnalazioni e registrazioni sopra indicato ha dato sempre buoni risultati, rarissimi essendo i casi di diagrammi che si devono eliminare per mancanza di uno dei dati caratteristici relativi o per inesattezze nella segnalazione.

b) *Taratura degli indicatori e del dinamometro.* — Le molle a spirale degli indicatori devono essere sottoposte a frequenti tarature. La taratura delle molle degli indicatori di pressione si può anche fare a freddo quando le molle sono a funzionamento esterno (Rosenkranz, Majhak). Quando le molle sono a funzionamento interno (Crosby) allora è necessario farla a caldo. Il metodo di taratura a caldo è però molto semplice per tutti i tipi di indicatore ed è quello che più di frequente si usa.

Ad una opportuna presa di vapore *A* (fig. 56) è applicata una cannetta con tre derivazioni. Alle prime

Fig. 56. — Schema di istallazione per taratura indicatori.

due si applica l'indicatore da una parte e il manometro campione dall'altra; alla presa *B* vi è un rubinetto. Mediante la regolazione dei due rubinetti *A* e *B* si può stabilire, nel tubo, la pressione di regime che si desidera e che assumerà un valore costante nel punto *C*. In corrispondenza di tale pressione si registra la retta di pressione costante, segnata dalla punta sulla carta del tamburo. Si varia la pressione di regime, per esempio di un kg.-cmq alla volta e quindi si ottiene la scala delle pressioni dallo zero a quella massima che si desidera. Si fa l'operazione prima in senso, per es., crescente (dal zero al massimo) e poi si ripete in senso decrescente (dal massimo allo zero). La media delle due operazioni, limitata all'intervallo che interesserà l'esperimento, è da ritenersi la costante della molla tarata.

In occasione di ogni inizio di una serie di prove dinamometriche e a termine di essa, è anche opportuno eseguire la taratura delle molle ad elica del dinamometro. Per far ciò si utilizza un apposito dispositivo installato nella parte anteriore della carrozza dinamometrica (tavola IX) e che è rappresentato nelle figg. 57 e 58.

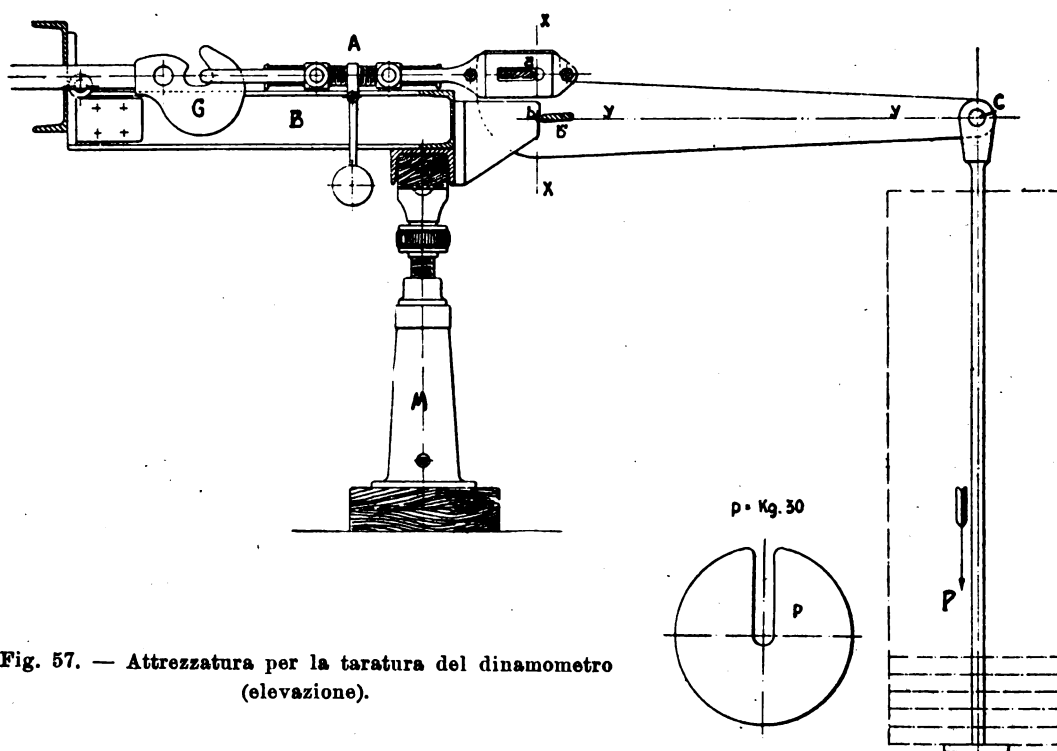



Fig. 57. — Attrezzatura per la taratura del dinamometro (elevazione).

A mezzo di un apposito e robusto supporto a triangolo *B B* solidale ad un estremo al longarone della carrozza dinamometrica e dall'altro appoggiato su di una binda *M*, si realizza un fulcro *b* a cui è accoppiata, mediante un coltello *b'* una opportuna leva *Y Y*. La resistenza del dinamometro da tarare (al completo, compresi tutti gli attriti strumentali) è trasportata dal gancio *G*, attraverso il tenditore *A*, al coltello *a* della stessa leva. La distanza tra i due coltelli *a* e *b'* è dieci volte minore della lunghezza del braccio di leva *b c*. Nel punto *c* è applicata un'asta con un arresto *d* su cui gravano dei pesi di 30 kg. ognuno. Risulta pertanto come con ciò si ottenga una taratura diretta del dinamometro.

Digitized by Google

I pesi p applicati in d, danno uno sforzo P che produce in a una sollecitazione dieci volte maggiore provocando lo spostamento del dinamometro.

Per una esatta taratura del dinamometro occorrono le seguenti precauzioni:

1° Quando il dinamometro è isolato e quindi le spine di collegamento tra bilanciere S (tav. X) e telaio della vettura sono in opera, lo stilografo 20 del dinamometro deve tracciare sulla zona di carta una retta sovrapposta a quella di fede segnata dallo stilografo 21. Se ciò non accade è necessario allungare o accorciare, secondo i casi, l'asta dello stilografo 20 a mezzo di apposita rettifica sulla *coulisse* 19 (tav. XI).

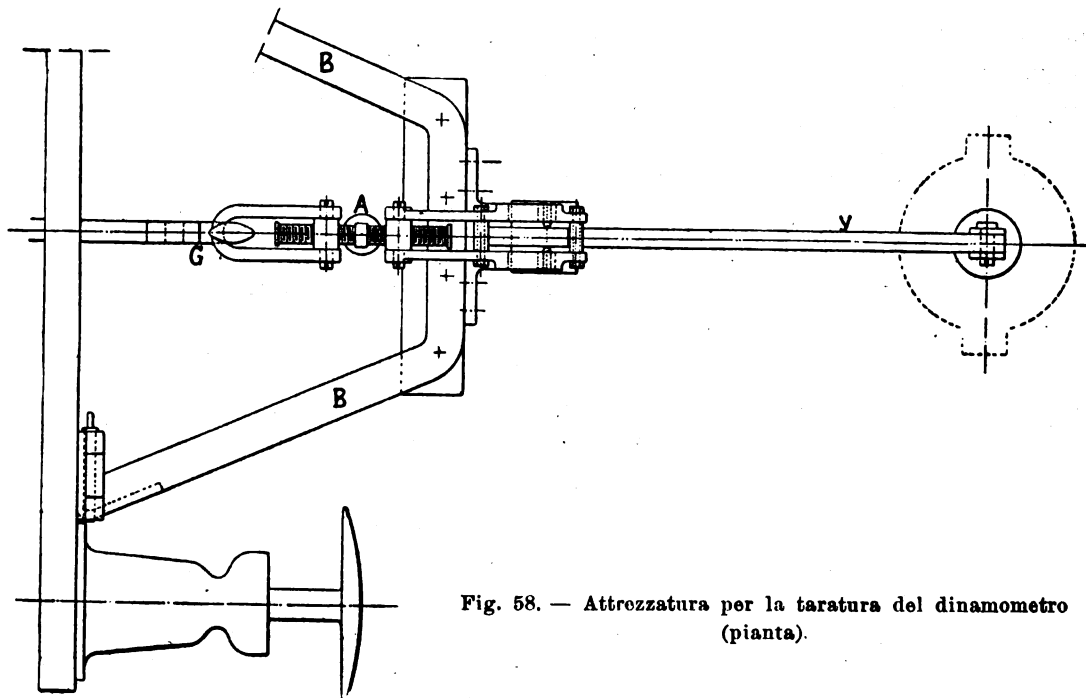



Fig. 58. — Attrezzatura per la taratura del dinamometro (pianta).

2°. Bisogna isolare la molla N' che è indicata nella tavola X, irrigidendo il dinamometro al gancio di trazione, per evitare eccessivi allungamenti del gancio stesso che sono nocivi per la ragione indicata al punto 3°. A tale uopo basta mettere due spessori semicilindrici sulle aste T' in modo da render fissa la distanza dei due bilancieri P e P' (tav. X).

3° È necessario mettere sempre la leva $Y\,Y$ in modo che sia orizzontale la retta $b\,c$; ciò si ottiene a mezzo del tenditore A.

4° La stessa verifica della posizione della orizzontalità della retta $b\,c$ deve farsi ad ogni peso che si applica in P, in modo da avere il funzionamento della leva $Y\,Y$ sempre nelle stesse condizioni.

5° Lo schema del diagramma di una taratura è dato dalla figura 59; il lavoro si inizia con pesi crescenti fino al massimo del dinamometro; poi si effettuano le letture decrescenti.

L'ordinata $E\,E'$ (escluso cioè il peso della leva misurato da $E\,E_0$) corrisponde al carico noto che l'ha determinato. Si può ottenere anche una taratura intermedia

Digitized by Google

F F' corrispondente alle zone dei valori che serviranno all'esperimento, oppure si può fare una scala completa della taratura della molla, con le flessibilità corrispondenti ai singoli carichi di lavoro.

Occorre dire due parole sulla determinazione della velocità nell'istante del rilievo del diagramma d'indicatore, elemento questo che è necessario determinare con precisione per il calcolo della potenza utile ed indicata. La linea della velocità sviluppata in funzione dello spazio viene tracciata sulla zona dell'apparecchio dinamometrico mediante il tachimetro Amsler, che in massima si presta bene alla determinazione della velocità istantanea nel punto in cui venne rilevato il diagramma (punto che, come si è detto, viene esattamente segnato, da chi opera il rilievo, sulla linea di base della zona sopra indicata, mediante l'apposito contatto elettrico a distanza). La velocità istantanea segnata dal tachimetro Amsler può esser utilmente confrontata con la velocità media corrispondente all'intervallo di tempo in cui è stato preso il diagramma, specialmente allo scopo di scartare le misure prese in istanti in cui vi siano troppo sensibili variazioni della accelerazione del treno.

Fig. 59. — Diagramma della taratura del dinamometro

La determinazione pertanto della velocità media nell'istante del rilievo dei diagrammi d'indicatore si può fare con sufficiente esattezza, utilizzando le tacche segnate automaticamente ad intervalli di 6″ in 6″ dall'orologio regolatore sulla terza linea di base della zona dinamometrica (tav. XVI e pag. 98).

Tale metodo, se non permette la valutazione della velocità istantanea, dà con sufficiente esattezza il valore della velocità media in un certo intervallo generalmente limitato (da 30″ a 60″), e con un apprezzamento abbastanza sicuro sulla tendenza eventuale del treno ad accelerare o ritardare la marcia.

Dal complesso delle circostanze sopra riferite, e dagli elementi reciprocamente confrontabili che possono essere rilevati, si ha pertanto motivo di presumere che i rilievi eseguiti cogli indicatori di pressione forniscano sempre, durante l'intero periodo di esperimento, dati aventi un carattere di seria attendibilità, e tutta l'esattezza compatibile coi miglior apparecchi del genere, impiegati in tale ordine di ricerche.

c) *Apparecchi accessori.* — Lo studio della locomotiva si completa usando generalmente i seguenti apparecchi accessori:

1º manometri registratori: alla caldaia, alla camera di introduzione e al *receiver* per le macchine *compound*; qualche volta anche al tubo di scappamento (specialmente per le locomotive a vapore surriscaldato);

2º un vacuometro registratore in camera a fumo;

Digitized by Google

3° termometri e pirometri registratori per il rilievo:

a) della temperatura del vapore alla introduzione (per le locomotive a *V S*);

b) della temperatura del vapore al *receveir* (per le locomotive *compound* a *V S*);

c) della temperatura del vapore allo scappamento (nel caso di locomotive a vapore saturo esso può sostituire il manometro di cui il punto 1, ottenendo così una maggiore precisione nella determinazione della contropressione allo scappamento);

d) della temperatura media dell'ambiente di camera a fumo;

e) della temperatura media di combustione nel forno;

f) della temperatura dei prodotti della combustione in determinati tubi del fascio tubolare quando si voglia studiare la differente attività termica delle diverse zone della tubiera.

Per l'esame comparativo dei diversi risultati ottenuti nelle prove con varie locomotive, è opportuno che tali rilievi siano tutti tra loro comparabili e quindi gli apparecchi siano sempre messi in determinate parti caratteristiche della locomotiva. Per esempio il vacuometro registratore in comunicazione con la camera a fumo ha sempre il proprio imbuto esploratore all'altezza della fila media dei tubi bollitori, rivolto verso la porta della camera a fumo, e discosto di circa 10 cm. dalla colonna di scappamento.

Quando è necessario, si applica il calorimetro per la misura del titolo del vapore, secondo i casi o al tubo di introduzione del vapore nei cilindri, o al *receiver* o al tubo di scappamento.

Quando si voglia invece studiare l'influenza di apparecchi speciali separatori di umidità della caldaia, il calorimetro è applicato a monte e a valle dell'apparecchio da sperimentare.

I dati riassuntivi, relativi ai diagrammi rilevati con l'indicatore e alle misure prese con gli apparecchi accessori, sono sempre raccolti su appositi quadri di cui si riporta lo schema nel quadro *C*. Si vedranno tra breve quali sono le formule normali adoperate per la compilazione del quadro stesso (paragrafo 4°).

d) *Valutazione dei consumi di acqua e di combustibile.* — In quasi tutte le prove si rilevano i consumi d'acqua e di combustibile.

Per le misure dell'acqua si eseguiscono in precedenza le cubature delle casse acquee dei diversi tender, compilando le tabelle indicanti le variazioni del volume per ogni centimetro d'altezza delle casse d'acqua. La tabella del tender da m^3 22 molto esteso sulle nostre locomotive moderne, è riprodotta a titolo di esempio.

Sui tender può anche venire collocato un tubo di livello in vetro, protetto da una guaina di ottone munita di finestra e graduata, in guisa da render meno lenta e più esatta la valutazione del livello d'acqua esistente.

In ogni caso la cubatura dei tender è fatta direttamente per altezza di un cm. È consigliabile quando è possibile di fare sempre due letture (destra e sinistra) della altezza dello specchio dell'acqua nel tender per tener conto delle eventuali differenze di cedimento delle rotaie o delle molle di sospensione, e di prendere le misure stesse nella parte mediana del tender per eliminare l'eventuale errore dovuto alla pendenza della linea o a diverso carico del tender.

Digitized by Google

Tender da m³ 22 — per locomotive gruppi — 480 - 680 - 685 - 690 - 740 - 746 F. S.

Variazioni di volume nelle casse di acqua (bocca di carico compresa) per ogni cm. a partire dal fondo.

Altezza d'acqua	Volume corrispondente	Altezza d'acqua	Volume corrispondente	Altezza d'acqua	Volume corrispondente	Altezza d'acqua	Volume corrispondente	Altezza d'acqua	Volume corrispondente	Altezza d'acqua	Volume corrispondente
cm.	litri	cm.	litri	cm.	litri.	cm.	litri	cm.	litri	cm.	litri
1	145	28	4975	55	9835	82	14.615	109	17.950	136	20.920
2	310	29	5155	56	10.015	83	14.775	110	18.060	137	21.030
3	485	30	5335	57	10.195	84	14,930	111	18.170	138	21.140
4	660	31	5515	58	10.375	85	15.085	112	18·280	139	21.250
5	835	32	5695	59	10.555	86	15.235	113	18.390	140	21.360
6	1015	33	5875	60	10.735	87	15.385	114	18·500	141	21.470
7	1195	34	6035	61	10.915	88	15.530	115	18.610	142	21.580
8	1375	35	6235	62	11.095	89	15.675	116	18.720	143	21.690
9	1555	36	6415	63	11.275	90	15.815	117	17.830	144	21.800
10	1735	37	6595	64	11.455	91	15.940	118	18.940	145	21.910
11	1915	38	6775	65	11.635	92	16.060	119	19.050	146	22.020
12	2095	39	6955	66	11.815	93	16.180	120	19.160	147	22.130
13	2275	40	7135	67	11.995	94	16.295	121	19.270	148	22.230
14	2455	41	7315	68	12.175	95	16.410	122	19.380	149	22.250
15	2635	42	7495	69	12.375	96	16.520	123	19.490	150	22.270
16	2815	43	7675	70	12.535	97	16.630	124	19·600	151	22.290
17	2995	44	7855	71	12.715	98	16.740	125	19.710	152	22.310
18	3175	45	8035	72	12.895	99	16.850	126	19.820	153	22.320
19	3355	46	8215	73	13.075	100	16.960	127	19.930	154	22.350
20	3535	47	8395	74	13.255	101	17.070	128	20.040	155	22.370
21	3715	48	8575	75	13.435	102	17.180	129	20.150	156	22.390
22	3895	49	8755	76	13.610	103	17.290	130	20.260	157	22.410
23	4075	50	8935	77	13.785	104	17.400	131	20.370	—	—
24	4255	51	9115	78	13.955	105	17.510	132	20.480	—	—
25	4435	52	9295	79	14.125	106	17.620	133	20.590	—	—
26	4615	53	9475	80	14.290	107	17.730	134	20.700	—	—
27	4795	54	9655	81	14.455	108	17.840	135	20.810	—	—

Si può apprezzare facilmente la misura entro i limiti di mezzo centimetro, e quindi con un errore massimo probabile, per i tender della maggiore capacità, di litri 10 all'inizio delle prove (tender pieno d'acqua) e di circa litri 90 al termine (tender con poca acqua). Su di un consumo di prova, per es., di litri 20.000 si ha così un errore massimo probabile di $\pm \frac{100}{20.000} = \pm 0,005$ e cioè trascurabile.

Digitized by Google

Si eseguiscono pure le cubature delle varie caldaie per la parte corrispondente al tubo di vetro del livello indicatore di ognuna, in modo da poter tener conto delle eventuali differenze di livello in caldaia al momento in cui si effettuano le letture dell'acqua consumata nel tender. Per poter poi eventualmente tener calcolo anche delle differenze del peso d'acqua in caldaia, che possono derivare, a parità d'indicazione volumetrica nel livello, dal solo fatto di una possibile differenza fra la pressione al momento della lettura in partenza e quella in arrivo, si fanno in genere apposite prove in precedenza al fine di stabilire praticamente, a parità di peso d'acqua intredotto, la variazione di livello in caldaia in funzione della differenza di pressione.

Si riporta, per esempio la cubatura corrispondente alla caldaia di una locomotiva gr. 740 (1):

Locomotive gruppo 740.

Variazione di volume d'acqua in caldaia per centimetro di innalzamento *a partire dal* limite inferiore *della parte visibile del vetro di livello, fino all'altezza completa del livello stesso.*

Altezza del livello in cm.	ALLA PRESSIONE DI Kg. cm²									
	0	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5410	4980	4940	4910	4880	4850	4820	4790	4760	4740
2	5507	5070	5030	5000	4970	4940	4910	4880	4850	4830
3	5605	5160	5120	5090	5060	5030	5000	4970	4940	4920
4	5703	5260	5220	5190	5160	5130	5100	5070	5040	5020
5	5800	5350	5300	5280	5250	5210	5190	5160	5130	5100
6	5895	5440	5400	5360	5340	5310	5280	5250	5210	5190
7	5986	5520	5480	5450	5420	5390	5360	5330	5300	5260
8	6077	5600	5570	5540	5500	5470	5450	5410	5380	5350
9	6167	5670	5620	5600	5570	5540	5510	5480	5450	5410
10	6257	5760	5720	5690	5660	5630	5600	5570	5540	5510
11	6346	5840	5800	5770	5740	5710	5680	5650	5610	5580
12	6434	5930	5890	5850	5810	5790	5750	5720	5700	5650
13	6520	6010	5970	5930	5900	5870	5840	5800	5770	5740
14	6606	6080	6040	6000	5970	5940	5910	5870	5840	5800
15	6690	6160	6120	6090	6050	6020	5980	5950	5920	5880
16	6773	6240	6190	6160	6130	6090	6050	6020	5990	5950
17	6854	6320	6260	6230	6200	6160	6130	6100	6060	6020
18	6933	6380	6340	6300	6270	6240	6200	6160	6130	6100
19	7011	6460	6410	6380	6350	6300	6270	6240	6200	6160
20	7088	6500	6540	6450	6420	6380	6350	6310	6280	6240

(1) Si è già avuto occasione di accennare (cfr. *Rivista Tecnica F. I.*, anno XII, vol. XXIII, n. 4, del 15 aprile 1913, a pag. 126) come la variazione di densità dell'acqua al variare della pressione in caldaia porti a delle differenze di altezza del livello in caldaia di un valore che può raggiungere perfino il 20 % del volume totale dell'acqua in caldaia, e che quindi non può essere assolutamente trascurato.

Digitized by Google

Qualche volta possono essere utilizzati, per le misure del consumo d'acqua, due contatori a turbina sistema Faller collocati sui tubi dell'acqua dal tender agli iniettori. L'uso di questi contatori riuscirebbe di indiscutibile vantaggio sulle locomotive sottoposte ad esperimenti del genere, quando si potessero ottenere indicazioni costantemente sicure. In realtà si manifestano talvolta, in dipendenza delle speciali e difficili condizioni in cui tali apparecchi si trovano a funzionare (in applicazioni del genere, a bassissimo carico d'acqua), alcuni inconvenienti che alterano l'esattezza delle misure. Per ovviarvi si sono studiate, col concorso della casa costruttrice, alcune modifiche sotto lo speciale punto di vista delle condizioni di applicazione di contatori alle condotte di arrivo dell'acqua agli iniettori di locomotive viaggianti, e si raggiunse un risultato soddisfacente. Quindi si può trovare dalle loro applicazioni un giovamento per facilitare l'esecuzione dei molti rilievi e misure necessarie durante le prove. Però è consigliabile di adoperarli soltanto come mezzo sussidiario di controllo senza omettere le misure dirette dell'altezza dell'acqua nel tender a mezzo di un regolo graduato e di servirsi della lettura del contatore solo come controllo al fine di evitare e circoscrivere gli eventuali errori grossolani.

Le cifre indicanti il consumo del carbone debbono sempre intendersi riferite alla quantità del combustibile realmente bruciato in marcia, escluso l'accendimento, ma compresa la quantità necessaria alla preparazione del fuoco di viaggio e all'elevamento della pressione da quella media di stazionamento a quella di regime. Si calcola pertanto nel consumo anche il combustibile messo nel forno a partire dalle condizioni medie di stazionamento suddette, e cioè dal momento in cui il fuoco di riserva o di accendimento viene allargato con pressione in caldaia di circa 5 Kg.-cm.^{2}, facendo poi all'arrivo, a fine di corsa, l'eventuale lieve correzione per le differenze che possono esservi fra le condizioni dello strato di combustibile all'inizio della preparazione del fuoco e quelle dell'arrivo. L'apprezzamento di tali differenze non si può fare evidentemente che in modo approssimativo, ed è esclusivo compito dello sperimentatore di valutarlo nel modo il più possibile uniforme, tenendo conto sia della quantità, sia del grado di sfruttamento del carbone residuo in forno. Ciò si può fare in maniera abbastanza esatta quando si abbia una sufficiente pratica sperimentale sia della linea che della locomotiva in studio.

Le cifre dei consumi di carbone, che si espongono nei risultati delle prove, si riferiscono sempre ai *consumi lordi*, e cioè senza alcuna detrazione per i residui nel ceneratoio o in camera a fumo: questi ultimi, però, vengono di regola valutati a parte per averne un'indicazione sull'andamento della combustione in marcia, sull'intensità del tiraggio e un controllo sulla qualità di combustibile in confronto coi dati delle prove ufficiali di ricevimento e collaudo delle forniture di carbone.

Il carbone impiegato durante le prove è generalmente quello distribuito dai Depositi Combustibili alle locomotive che fanno un servizio analogo a quello della locomotiva in esperimento. Ad ogni esperimento si rilevano i dati medii di analisi chimica concernenti i cumuli dai quali si eseguiscono i prelievi. Con tali analisi si determina, oltre il potere calorifico (generalmente col calorimetro Mahler) [1], anche la percentuale

[1] Se si dovessero mettere in confronto dei dati d'analisi fatti con altri calorimetri (p. es. Thompson o Fery, allora bisognerà tener conto anche del metodo di analisi per rendere omogenee le qualità da paragonarsi

Digitized by Google

di materie volatili, di ceneri, di carbonio fisso, di umidità e di zolfo. Quando si debbano fare delle prove comparative di grande esattezza, si adopera sempre carbone di una stessa qualità e ad ogni prelievo si effettua l'analisi chimica, tenendo conto del potere calorifico reale del combustibile di volta in volta adoperato e ragguagliandolo poi a quello del carbone *tipo* della serie di prove e che meno si discosta dall'analisi media ottenuta.

II. Formazione dei treni di prova e valutazione del carico rimorchiato.

Di regola i treni che si effettuano per le esperienze sono utilizzati per il servizio delle merci o per itinerari normali viaggiatori diretti e di lusso, opportunamente completati nel peso, quando occorre, rispettivamente con carri o carrozze vuote. Solo nelle prove con orari speciali a grande velocità, destinate a fornire gli elementi per lo studio dei direttissimi a lunghi percorsi senza fermate intermedie, si effettuano treni speciali di prova con materiale intercomunicante vuoto. Va tenuta anzi presente tale circostanza nell'apprezzamento del lavoro sviluppato dalle locomotive nell'occasione di quelle prove, la resistenza complessiva del treno risultando, a parità di carico totale, superiore con materiale vuoto che con carrozze cariche di viaggiatori, specialmente in pianura e a grande velocità.

La valutazione del carico rimorchiato viene di regola fatta per i treni viaggiatori mediante l'esatto rilievo delle tare dei veicoli con l'aggiunta del carico in base al numero dei viaggiatori e al peso approssimativo dei bagagli e dei dispacci postali; per i treni merci si controllano le tare dei singoli veicoli e il carico delle merci secondo le specifiche di spedizione, così da raggiungere la maggior possibile esattezza.

I particolari concernenti il numero e la natura dei veicoli, il numero degli assi e le condizioni di carico per i singoli treni di prova, sono sempre riassunti in un apposito quadro a mezzo del quale è possibile rendersi ragione di quelle differenze nel lavoro di trazione tra diversi esperimenti, che possono dipendere da differenze dei tipi dei rotabili impiegati o delle condizioni di carico dei medesimi. Si riporta come tipo e per esempio uno di tali quadri (quadro A).

Quadro A.

Dati relativi alla composizione dei treni di prova.

Numero dell'esperimento (1)	Treno (2)	Data (3)	Percorso (4)	Carico rimorchiato P Tonn. (5)	Num. dei veicoli (6)	Num. degli assi (7)	*OSSERVAZIONI* (8)
			LOCOMOTIVA 740.324				
1153 . . .	Speciale ML 7122	11-12-21	Pistoia-Pracchia	147	12	26	Carrozza dinamometrica Carri . . . . . . { carichi 5 { vuoti . 6
1154 . . .	id. id.	12-12-21	id. id.	166	13	28	Carrozza dinamometrica Carri . . . . . . { carichi 11 { vuoti . 1

Digitized by Google

III. Quadri numerici riassuntivi dei risultati degli esperimenti.

In appositi quadri sono esposti i dati numerici relativi ai diagrammi ricavati cogli indicatori di pressione sui cilindri delle varie locomotive sperimentate, e ai rilievi che simultaneamente alla presa dei diagrammi stessi si fanno mediante i vari apparecchi di misura e di controllo sussidiari, e che sono riassunti nel seguente capitolo VI; a tali dati numerici si aggiungono gli elementi di confronto fra lo sforzo motore totale e lo sforzo di trazione utile al gancio del tender, e quelli fra la potenza indicata e la potenza utile che risultano dai riferimenti sul diagramma della carrozza dinamometrica.

Altri quadri invece contengono, per le varie locomotive sperimentate e per le varie linee percorse, i dati complessivi di lavoro e di rendimento concernenti le diverse corse di prova.

Per maggior brevità e semplicità generalmente in essi non si includono i dati relativi ad alcuni esperimenti che hanno semplice carattere di preparazione graduale e che presentano poco interesse finale essendo implicitamente compresi in quelli di altri esperimenti più importanti e più completi eseguiti in appresso.

È da tener ben presente che tanto i dati numerici dei quadri riassuntivi, quanto quelli che si riferiscono ai rilievi dei diagrammi con l'indicatore, nonchè quelli dinamometrici, tachimetrici e di potenza che, per esser fra i più tipici e completi, sono sempre riassunti in apposite tavole, rappresentano tutti, non già un lavoro eseguito anormalmente con sforzo eccezionale, bensì esempi concreti di ciò che si può ottenere, senza speciale difficoltà, con una condotta diligente e razionale delle locomotive dei singoli tipi.

Si riporta, alle pagine 162 e 163, come esempio, il quadro *B* che rappresenta lo schema dei dati numerici riassuntivi, raccolti nelle corse di prova con una locomotiva a vapore.

IV. Interpretazione dei quadri numerici riassuntivi dei risultati

Per una facile interpretazione dei dati contenuti nel quadro *B* è opportuno osservare quanto segue [1]:

1° Le lunghezze virtuali *Lv* per la trazione a vapore sono desunte dalle *Tabelle delle lunghezze virtuali delle linee della Rete agli effetti di consumo del combustibile* pubblicate dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato nel 1908 e mantenute costantemente aggiornate con uniformità di criterio tecnico: esse sono determinate sotto il punto di vista del lavoro di trazione e di consumi d'acqua e di carbone delle locomotive a vapore.

È presa come base una resistenza *media* alla trazione di kg. 4,5 per tonn. in orizzontale e in rettifilo. Questo coefficiente è però aumentato a kg. 5 per tener conto di quella parte di consumo di combustibile in viaggio che è indipendente dal lavoro

[1] In calce al quadro si riassumono sempre anche le note esplicative di caratteristiche particolari dell'esperimento relative al quadro suddetto e che non sono generali a tutte le prove.

Digitized by Google

Dati di lavoro e consumi d'acqua e combustibil

Numero e data dell'esperimento	PERCORSI parziali e totali considerati agli effetti delle misure	Lunghezza reale del percorso	Lunghezza virtuale del percorso	Carico rimorchiato	Tempo impiegato dedotte le soste	Velocità media utile di marcia	Velocità media di piena corsa	Lavoro complessivo al gancio di trazione del tender	Sforzo di trazione medio al gancio di trazione	Potenza media al gancio di trazione	DATI RELATIVI AL PERCORSO EFFETTUATO A REGOLATORE APERTO									
											Lunghezza percorsa	Durata del percorso corrispondente	Velocità media corrispondente	Sforzo di trazione medio corrispondente	Potenza media al gancio di trazione	Rapporto medio fra la potenza indicata e quella al gancio	Potenza indicata media approssimativa	Potenza media effettiva al cerchione compresa la resistenza dell'aria	Potenza assorbita dalle resistenze passive del meccanismo	Rapporto $\frac{N_i - N_e}{N_e}$
		L_r	L_v	P	T	V	V_c	Λ	F_u	N_u	L	T	V	F_u	N_u	m	N_i	N_e	$N_i - N_e$	μ
1	2.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		km.	km.-virt.	t.	secondi	km.-ora	km.-ora	kg.-metri	kg.	HP	km.	secondi	km.-ora	kg.	HP		HP	HP	HP	
......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......

eseguito dalla locomotiva (consumo dovuto al disperdimento di calore dalle pareti della caldaia, alle perdite, agli apparecchi speciali, ecc.) Il minimo di lunghezza virtuale per le discese, con tale criterio, risulterebbe pari a $^1/_{10}$ della lunghezza reale: fu perciò elevato tale minimo a $^1/_5$ per tener conto anche dei consumi dovuti all'incamminamento dei treni ed alla frenatura. Per rispetto agli avviamenti, fu osservato inoltre il limite minimo di un chilometro virtuale per ogni tratto da una stazione alla successiva.

Di conseguenza, astrazione fatta dalle curve, la lunghezza virtuale fu stabilita sulla base di un km. in più della reale per ogni 5 m. di dislivello in salita; e di un km. in meno per ogni 5 m. di dislivello in discesa: col minimo, in discesa, di un km. virtuale ogni 5 reali, e di un km. virtuale per ogni tratto da stazione a stazione.

Le determinazioni indicate furono compilate in base alle formule seguenti [1]:

$$L_v = L_r + \frac{h + \Sigma\, pl}{5} \qquad [a]$$

$$L_v = \frac{1}{5} L_r \qquad [b]$$

dove:

Lr = distanza reale in km.;

h = dislivello in metri, positivo nel senso della salita, negativo per la discesa;

l = sviluppo in km. di ciascuna curva del tratto considerato;

p = pendenza per mille equivalente alla curva (vedere i coefficienti riportati più sotto);

Lv = lunghezza virtuale in km.

---

[1] Cfr. *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, anno VI, vol. XII, n. 6, 15 dicembre 1917, pag. 249.

Digitized by Google

relativi agli esperimenti con la locomotiva. **QUADRO B.**

			ACQUA CONSUMATA										CARBONE CONSUMATO											
Potenza indicata media approssimativa nel percorso totale	Lavoro della locomotiva in tonn.-km. virtuali rimorchiate	Lavoro della locomotiva in tonn.-km. virtuali inclusa locomot. e tender	in totale dedotti i disperdimenti	in totale dedotti i disperdimenti e il riscaldamento a vapore del treno	per km. reale	per km. virtuale	per HP ora al gancio di trazione	per HP ora indicato	per ora di marcia	per m² di superficie riscaldata per ora	per tonn.-km. virtuale rimorchiata	per tonn.-km. virtuale inclusa locomotiva e tender	in totale dedotti gli accendimenti e gli stazionamenti	dedotti accendimenti, stazionamenti e riscaldamento a vapore del treno	per km. reale	per km. virtuale	per HP ora al gancio di trazione	per HP ora indicato	per ora di marcia	per m² di superficie di griglia e per ora	per tonn.-km. virtuale rimorchiata	per tonn.-km. virtuale inclusa locom. e tender	Coefficiente di vaporizzazione	Condizioni atmosferiche e osservazioni generiche sull'esperimento
N_i	Σ	Σ'	A	A'	a_r	a_v	a_u	a_i	a_t	a_s	a_σ	$a_{\sigma'}$	C	C'	c_r	c_v	c_u	c_i	c_t	c_g	c_σ	$c_{\sigma'}$	$\frac{A}{C}$	
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
HP	tonn. km.-virt.	tonn. km.-virt.	litri	litri	litri	litri	litri	litri	litri	litri	litri	litri	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.		
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

La formula *a*) vale pei tratti in salita e in orizzontale e per quelli in discesa inferiore al 4 °/₀₀; la *b*) pei tratti in discesa eguale o superiore al 4 °/₀₀.

Nell'applicazione sono da considerarsi di massima separatamente i tratti a cui compete l'una o l'altra formula; ma per i brevi tratti fu fatta eccezione, in riguardo alla utilizzazione, dove era il caso, della forza viva disponibile [1].

---

[1] Il metodo indicato per la determinazione delle lunghezze virtuali agli effetti del consumo di combustibile per la trazione a vapore, non ha ancora, nella nostra Amministrazione, un equivalente da applicarsi all'esercizio della rete elettrificata.

Nel caso della trazione elettrica le lunghezze virtuali devono di fatto essere valutate con apposito criterio e non si identificano generalmente con quelle della trazione a vapore. Per la trazione elettrica non si può, per esempio, prescindere dal ricupero di energia nelle discese nelle quali la resistenza alla marcia sia inferiore al lavoro disponibile della gravità; ma praticamente non si riesce a tenerne conto essendo tale ricupero subordinato alla ripartizione, secondo l'orario, dei treni sulla linea.

Di conseguenza, mentre per la trazione a vapore il consumo di energia è apprezzabile anche nelle discese e quindi assume un valore sempre *positivo*, per la trazione elettrica tale consumo può essere *nullo* o *negativo* (caso del ricupero).

Il consumo unitario va poi riferito anche ai tipi caratteristici di velocità di esercizio dei treni, e in esso bisogna comprendere il consumo della linea sotto carico senza treni in circolazione (comprese sottostazioni e centrale).

Per le linee in discesa non si deve infine trascurare l'eventuale consumo per gli avviamenti con reostato inserito.

I metodi pratici per la determinazione delle lunghezze virtuali delle linee elettrificate, proposti dai diversi autori possono essere applicati ai casi di misure di consumo nella trazione elettrica, quando si vogliono avere dei dati di confronto omogenei. In ogni modo, per chi vuole approfondire lo studio della questione, si fa riferimento alle memorie più recentemente apparse in proposito sulle riviste tecniche italiane (cfr. *Bollettino delle Comunicazioni* del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferrovie Italiane, anno II, n. 2, novembre 1913; *L'Elettricità*, n. 3, 1914; *L'Elettrotecnica*, 1919, vol. VI, pag. 709, 15 novembre 1919, e 1920, vol. V, pag. 138, 25 marzo 1920; *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, anno VIII, vol. XVI, n. 5, 15 novembre 1919, pag. 175).

Nell'occasione sarà bene rilevare che il concetto di *lunghezza virtuale di una linea*, non si è generalizzato nello studio dell'esercizio ferroviario dei paesi stranieri, e spesso è anche discusso con argomenti di diversa importanza e portata reale specialmente nel campo della trazione elettrica americana.

Agli effetti della economia ferroviaria generale e specialmente nei confronti fra trazione elettrica e

Digitized by Google

I coefficienti adottati per la trasformazione delle curve in equivalenti dislivelli fittizi, sono il frutto di diretta esperienza con il materiale rotabile delle FF. SS. italiane. Essi si portano ad aumento del dislivello reale se in ascesa e a diminuzione se in discesa e sono dati dalla seguente tabella:

Resistenze alla trazione dovute alle curve.

per curve di raggio = m. . .	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
pendenza fittizia equivalente, ossia resistenza in kg. per tonn.	0,5	0,6	0,8	1 –	1,2	1,5	1,7	2 –	2,4	2,8	3,4	4,2	4,5

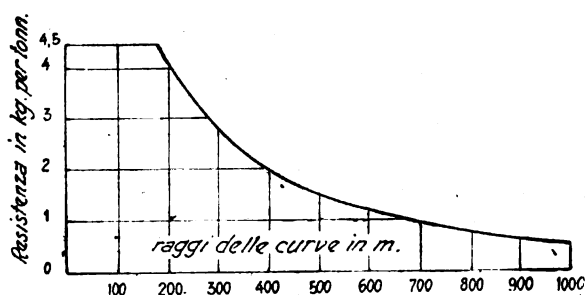



Fig. 60. — Grafico delle resistenze alla trazione dovute alle curve.

Le resistenze per raggi intermedi a quelli indicati nella tabella, si ottengono mediante interpolazione della curva rappresentata dalle figura 60.

Si tiene naturalmente conto della lunghezza di sviluppo delle curve per valutare l'elemento fittizio medio di resistenza di cui deve essere affetta la linea in conseguenza della frequenza delle curve stesse (1).

---

trazione a vapore, riesce, in pratica, più che sufficiente allo scopo, l'esame dei dati di consumo di energia riferiti alle tonnellate chilometro reali trasportate, completati con quelli degli elementi stessi riferiti alle tonnellate-chilometro virtuali stabilite sulle basi delle lunghezze virtuali, ed applicati negli studi e nelle statistiche della trazione a vapore.

(1) Si osserva che la pendenza fittizia r_c determinata dalla tabella, si discosta assai poco da quella risultante dall'applicazione della formula del Von Röckl stabilita in seguito ad esperienze fatte nelle ferrovie della Baviera e su curve $\geq$ ai 350 metri:

$$r_c = \frac{650,4}{\rho - 55}$$

dove il raggio ρ è espresso in metri.

La tabella della nostra Amministrazione tiene in particolare conto le condizioni speciali del proprio materiale e dà lo stesso risultato della formula del Von Röckl intorno al valore di $\rho = 700$. Per raggi maggiori si hanno con la formula del Von Röckl delle resistenze maggiori di quelle da noi adottate, mentre con raggi minori si ha il contrario. Appunto per tale ragione il Von Röckl propone diverse formule secondo i raggi di curva di cui si deve valutare la resistenza.

Tali formule sono riportate qui di seguito.

Analoghe osservazioni possono farsi in confronto della formula data dal Desdouits che ritiene trascurabile la resistenza in curve $>$ 1000 mentre la valuta a 5 kg. nel caso di curve $\rho = 800$ m. e di 1 kg. in curve di $\rho = 500$ m. in ciò mantenendosi inferiore alle quantità da noi adottate. Al di sotto di $\rho = 500$ m. il Desdouits consiglia la formula

$$r_c = \frac{500\, b}{\rho}$$

dove b è lo scartamento in m. che per il raggio $\rho = 500$ m. si identifica con la nostra in confronto della quale determina valori unitari inferiori per raggi inferiori a 500 m.

Si crede utile di riportare le formule sperimentali del V. Röckl nella loro forma integrale e che sono vale-

Digitized by Google

2º Il carico rimorchiato P si valuta nel modo indicato al capitolo II. Il tempo impiegato T, in secondi, si computa sempre detraendo dalla durata del viaggio le soste d'orario e quelle anormali, ma comprendendo le perdite per avviamenti, fermate o rallentamenti.

3º La velocità media utile di marcia è determinata in km-ora dal rapporto tra lo spazio percorso nell'esperimento e il tempo valutato come è detto nel punto 2º:

$$V = \frac{3600\ L_r}{T''}$$

4º La velocità media di piena corsa V_c pure in km.-ora è invece ottenuta detraendo dal tempo T le perdite per gli incamminamenti fino alla velocità di regime e quelle corrispondenti ai rallentamenti straordinari ed a quelli per le fermate; tale deduzione viene agevolmente fatta sulle zone fornite dai tachimetri della carrozza dinamometrica.

La velocità di piena corsa V_c si deduce nei modi seguenti:

a) — Lo spazio S_c percorso con velocità di piena corsa V_c sarà quello risultante dalla differenza tra lo spazio totale dell'esperimento S e la somma degli spazi S_1, S_2, S_3,... S_n percorsi nei periodi di velocità variabile relativi all'avviamento o alla frenatura del treno.

Mediante l'esame della zona del tachimetro Hasler (pag. 103) tali spazi sono valutabili direttamente e sono misurati mediante una integrazione grafica delle aree che li rappresentano, con l'approssimazione indicata nella nota (¹) a pag. 103 (fig. 61).

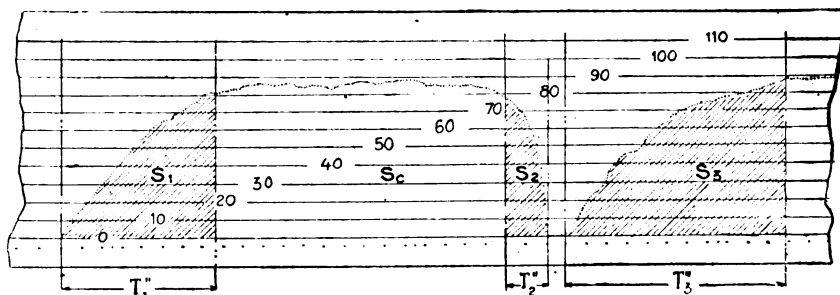



Fig. 61. — Tachimetro Hasler.
Determinazione della velocità di piena corsa di un treno.

voli per tutti i raggi di curva su linee a scartamento normale. A complemento si aggiungono anche quelle dettate dallo stesso autore per le linee a scartamento ridotto.

per $\rho \gtrless 350_m$ m.	risulta	$r_c = \dfrac{650,4}{\rho - 55}$	per linee a scartamento normale di m. 1.445.
» 350_m m. $> \rho \gtrless 300_m$ m.	risulta	$r_c = \dfrac{530}{\rho - 35}$	
» 300_m m. $> \rho \gtrless 250_m$ m.	risulta	$r_c = \dfrac{500}{\rho - 30}$	
per scartamento di m. 1,00	risulta	$r_c = \dfrac{500}{\rho - 30}$	per linee a scartamento ridotto.
» » » m. 0,90	risulta	$r_c = \dfrac{380}{\rho - 17}$	
» » » m. 0,75	risulta	$r_c = \dfrac{350}{\rho - 10}$	
» » » m. 0,60	risulta	$r_c = \dfrac{200}{\rho - 5}$	

N. B. — Il valore di ρ è sempre espresso in metri, mentre il valore di r_c risulta espresso in kg.

Digitized by Google

Risulterà pertanto

$$S_c = S - \sum_1^n S_n$$

Il tempo T_c'' impiegato nella marcia a velocità di piena corsa V_c, sarà analogamente quello derivante dalla differenza tra il tempo totale T'' e la somma dei tempi T_1'', T_2'', T_3'', T_4''.... T_n'' rispettivamente impiegati a percorrere gli spazi S_1, S_2, S_3,... S_n. Tali valori dei tempi si possono ricavare contando sulla zona i puntini di cui è costituita la linea della velocità.

Risulterà

$$T_c'' = T'' - \sum_1^n T_n''$$

La velocità V_c sarà quindi espressa dalla formula

$$V_c = \frac{S_c}{T_c''} = \frac{S - \sum_1^n S_n}{T'' - \sum_1^n T_n''}$$

dove le aree S_n rappresentano gli spazi di avviamento e di frenatura.

Con gli elementi raccolti si possono subito ricavare i *perditempi di avviamento* P_{2m+1} necessari per raggiungere la velocità di piena corsa V_c, e i *perditempi di frenatura* F_{m+2} impiegati per passare dalla velocità di piena corsa V_c alla fermata del treno.

Risulterà in effetto che tali perditempi sono espressi dalla differenza tra il tempo di avviamento o frenatura e il corrispondente tempo che si sarebbe impiegato a percorrere lo spazio di avviamento o frenatura con la velocità di regime V_c.

Le formule da impiegare sono perciò le seguenti:

$$P_{2m+1} = T''_{m+1} - \frac{S_{m+1}}{V_c} \qquad \left(m = 0, 1, 2, \ldots \frac{n}{2}\right)$$

$$F_{2m} = T''_{m+2} - \frac{S_{m+2}}{V_c} \qquad \left(m = 1, 2, \ldots.. \frac{n}{2}\right)$$

b) **Gli stessi risultati si possono conseguire con l'uso delle zone del tachimetro Amsler (pag. 99). La velocità media di piena corsa, con le annotazioni della fig. 62, risulta** ancora dalla relazione

$$V_c = \frac{S_c}{T_c} = \frac{S - \sum_1^n S_n}{T'' - \sum_1^n T_n''}$$

dove il valore di S_n è direttamente misurato sulle ascisse della zona, mentre il valore di T_n'' è misurato dai puntini tracciati ogni 6'' sulla zona stessa. Analogamente dicasi per i perditempi.

Digitized by Google

5° Il lavoro complessivo al gancio di trazione Λ in kg.-metri viene desunto dalla linea integrale del lavoro della carrozza dinamometrica. Esso può anche essere

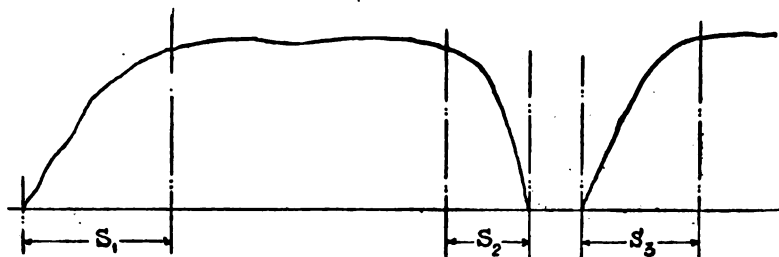



Fig. 62. — Tachimetro Amsler.
Determinazione della velocità di piena corsa di un treno.

determinato come misura dell'area racchiusa tra la linea di base e i corrispondenti sforzi di trazione ottenuti con il dinamometro (pag. 95).

6° Lo sforzo di trazione medio al gancio F_u risulta dal quoziente del lavoro complessivo Λ rispetto allo spazio percorso nell'esperimento

$$F_u = \frac{\Lambda}{1000\, L_r}$$

Nella colonna (10) del quadro *B* è riportato il valore di F_u relativo all'intiera corsa di esperimento di lunghezza L_r; nella colonna (15) invece il valore di F_u è riferito alla sola marcia a regolatore aperto di lunghezza L_r.

7° Oltre le cifre concernenti il lavoro e la potenza media N_u sul percorso totale, sono esposti, distinti in carattere corsivo, anche i dati di lavoro e di potenza riferentisi al solo percorso a regolatore aperto. Tali dati servono in primo luogo a formare subito una esatta idea del grado di sfruttamento medio subito dalla locomotiva, ed in secondo luogo a fornire gli elementi per la valutazione delle resistenze meccaniche proprie della locomotiva, nel modo che si vedrà in appresso (comma 10, pag. 170).

La potenza utile al gancio di trazione del tender, in entrambi i casi del percorso totale e di quello relativo alla sola marcia a regolatore aperto, e supponendo sempre la carrozza dinamometrica orientata in senso normale, è data dalla relazione

$$N_u = \frac{F_u\, V}{270}$$

8° Il rapporto medio *m* fra la potenza indicata nei cilindri e quella utile al gancio è determinato per ogni singolo esperimento dove sono rilevati diagrammi d'indicatore: fatti i quozienti fra la potenza indicata e quella al gancio corrispondente a ciascun diagramma, e dopo esclusione di quei diagrammi che non presentano tutte le condizioni volute di attendibilità, la curva tracciata, prendendo i valori di tali rapporti come ordinate e le velocità come ascisse, fornisce i valori di *m* corrispondenti alle velocità medie dei singoli tratti di percorso e alla velocità media dell'esperimento. Nel grafico della fig. 63 è riportato un esempio schematico di tale curva.

Digitized by Google

9° La potenza media effettiva N_e, cioè quella calcolata alla periferia delle ruote motrici, escluse quindi le sole resistenze passive del meccanismo, è determinata colla formula seguente

$$N_e = N_u \frac{P + M}{P} + \frac{\Omega K V}{270} \qquad [1]$$

dove P rappresenta il carico rimorchiato in tonnellate e M il peso complessivo della macchina e del tender in condizioni medie di servizio (¹); Ω, la superficie frontale della locomotiva in mq.; K il coefficiente della resistenza dell'aria che fu preso $K = 0{,}00567\,V^2$ per le diverse velocità V come risulta dalla tabella riprodotta a pagina seguente, ed ottenuta utilizzando la formula stabilita dall'Aspinall nelle esperienze da lui eseguite nel 1898-1920 sulle linee della Lancashire e Rly C. La formula [1] si presta con sufficiente approssimazione alle determinazioni sperimentali con locomotive in servizio corrente. Quando è il caso, si assume il valore di V corrispondente alla velocità relativa del treno rispetto all'aria, determinata dall'anemometro della carrozza dinamometrica.

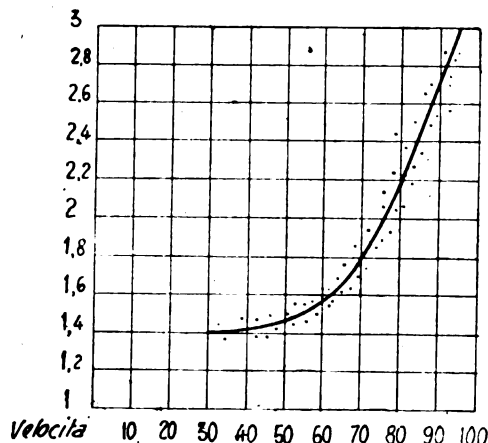



Fig. 63. — Esempio di una curva del rapporto $\frac{N_u}{N_e} = m$

Si nota che il secondo membro della formula [1] è formato di due addendi di cui il primo deriva direttamente dal valore di una quantità misurata sperimentalmente di volta in volta (Nu) e il secondo invece deriva da calcolo dedotto in base a generalizzazione ed estensione di esperimenti fatti dall'Aspinall e che sono stati trovati praticamente sufficienti per le velocità non superiori ai 100 ÷ 120 chilometri.

In recenti esperimenti eseguiti con il *tunnel aereodinamico*, i signori C. Maurain. A. Toutsaint e R. Pris, con modelli $^1/_{20}$ del materiale rapido delle Ferrovie dello Stato Francese, hanno ottenuto degli interessanti risultati sulla misura della resistenza dell'aria sul materiale ferroviario (²).

La formula sperimentale da essi dedotta per il valore del secondo termine del secondo membro della [1] è:

$$N'_0 = \frac{0{,}400\, K V^3}{75} \qquad [2]$$

dove V è misurato in metri-secondo. Esprimendo V in Km-ora la [2] diviene:

$$N'_0 = \frac{0.0308\, K V^3}{270} \qquad [3]$$

Gli sperimentatori hanno determinato il valore numerico di K, *per la locomotiva* $K = 1.38$.

(¹) I pesi in servizio delle locomotive e dei tender sono valutati col carico medio d'acqua e di carbone avuto negli esperimenti (circa $^2/_3$ della scorta totale).

(²) Cfr.: *Le Génie Civil*, 11 agosto 1923, pag. 138-130. Atti dell'*Académie des Sciences*, seduta del 23 luglio 1923.

La [3] si identifica con il secondo termine del secondo membro della [1] solo quando risulta

$$\Omega = \frac{0.0308 \times 1.38}{0.00567} = \text{m}^2\ 7.50$$

Tale superficie frontale Ω è di poco inferiore a quella normale delle nostre locomotive. La formula dettata dall'Aspinall fornisce perciò dei risultati alquanto in eccesso.

Tabella dei valori di KV.

($K = 0,00567\ V^2$)

V Km.-ora	KV	V Km.-ora	KV	V Km.-ora	KV
20	45,4	54	895	88	3860
22	60,5	56	996	90	4140
24	78,5	58	1108	92	4420
26	99,5	60	1225	94	4710
28	124,5	62	1375	96	5020
30	153,1	64	1482	98	5340
32	186	66	1630	100	5670
34	223	68	1780	102	6020
36	265	70	1950	104	6400
38	311	72	2120	106	6750
40	363	74	2300	108	7150
42	420	76	2490	110	7550
44	484	78	2690	112	8000
46	552	80	2900	114	8400
48	627	82	3110	116	8850
50	710	84	3390	118	9320
52	798	86	3610	120	9820

In determinazioni correnti è sufficiente assumere per ogni esperimento il valore di V come media delle velocità ottenute in marcia. Ciò non dà errore apprezzabile fino a che tale velocità media si mantiene inferiore ai 60 km.-ora. Quando però si debbono fare dei rilievi esatti ed a velocità elevate è necessario eseguire la determinazione per punti del valore del termine cubico $K\ V$ (1).

Sulla zona del tachimetro Amsler del dinamometro (fig. 64), si divida la linea delle ascisse (spazi) in parti uguali ΔS e si traccino le corrispondenti ordinate nei punti A_1, A_2, A_3,... A_n ; su di esse si determinano i corrispondenti valori di $K\ V$. Risulterà:

nel punto A_1 . . . . $K_1\ V_1 = 0,00567\ V_1^3$

» » A_2 . . . . $K_2\ V_2 = 0,00567\ V_2^3$

. . . .

» » A_n . . . . $K_n\ V_n = 0,00567\ V_n^3$

(1) Cfr. *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, anno III, vol. VI, n. 2, agosto 1914.

Digitized by Google

Il valore medio $K_0 V_0$ risulterà espresso dalla relazione (fig. 64).

$$K_0 V_0 = \frac{\sum_1^n \Delta S \,.\, K_n V_n}{S} = \frac{0{,}00567 \,\Delta S \sum_1^n V_n^3}{S} \quad (\text{per } n = 1, 2, 3, ...)$$

il quale sarà utilizzato nella formula [1].

10° Il rapporto $\mu = \frac{N_i - N_e}{N_e}$ serve a dare un criterio sul rendimento delle locomotive nei riguardi delle resistenze passive del meccanismo.

Per ogni locomotiva in esperimento è sempre possibile determinare una *serie discreta* di valori di μ corrispondente a tutte le velocità di corsa. Si potrà in tal modo tracciare la curva media dei risultati sperimentali ottenuti, ed avere così un criterio dell'andamento delle resistenze passive del meccanismo al variare della velocità di corsa (rendimento organico delle locomotive in funzione della velocità, fig. 65).

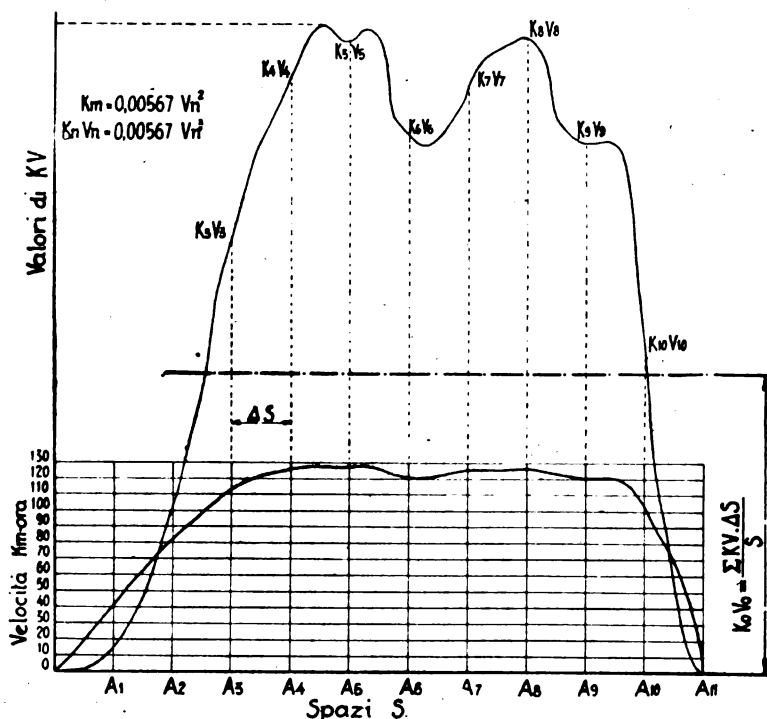



Fig. 64. — Determinazione grafica del valore KV medio.

11° La potenza indicata media, N_i in HP, relativa ai percorsi parziali e al percorso totale di ogni singolo esperimento, si ottiene a sua volta dalle formule:

$$a) \qquad N_i = m \, N_u$$

$$b) \qquad N_i = \left(N_u \frac{P + M}{P} + \frac{\Omega K V}{270} \right) (1 + \mu)$$

adoperando la formula *a*) per le prove durante le quali sono rilevati diagrammi d'indicatore ed è perciò determinato direttamente il rapporto m; si utilizza la formula *b*) nelle prove ove i rilievi coll'indicatore non sono eseguiti; in questo caso i valori di μ per le diverse velocità medie V relative ai percorsi parziali e al percorso totale degli esperimenti, si ricavano dalla curva tracciata per punti mediante i valori del rapporto $\frac{N_i - N_e}{N_e}$, ottenuti nel modo indicato in quelle prove durante le quali i detti rilievi sono stati fatti.

Fig. 65. — Curva del rendimento organico delle locomotive a vapore $\upsilon = \frac{N_i - N_e}{N_e}$

12° Il lavoro Σ della locomotiva al gancio posteriore del tender espresso in tonn.-km. virtuali rimorchiate è dato dalla relazione:

$$\Sigma = PL_v.$$

Il lavoro complessivo in tonn.-chilometro virtuali di treno completo, cioè incluso il peso della locomotiva e del tender, è calcolato in base alla formula:

$$\Sigma' = \Sigma + [(30 + 0,7\ M')\ L_r + (M' + M'')\ L_v \qquad [2]$$

dove M' e M'' sono rispettivamente i pesi medi in servizio della locomotiva e del tender.

In questa formula, il primo termine entro parentesi sta a rappresentare il lavoro necessario a vincere le resistenze passive del meccanismo e quella dell'aria sul fronte, mentre il secondo termine rappresenta il lavoro necessario a vincere la resistenza alla trazione della macchina e del tender considerati come veicoli.

A questo proposito va però notato che, per la liquidazione dei premi d'economia di combustibile al personale di macchina, la formula adottata è invece la seguente:

$$\Sigma' = \Sigma + [30 + 1,7\ M' + M'']\ L_v \qquad [3]$$

dove tutte le resistenze sono riferite alla lunghezza virtuale, sebbene le resistenze addizionali della locomotiva sarebbero proporzionali alla lunghezza reale e non alla virtuale; ciò fu fatto però, sia per semplicità dei calcoli contabili, sia pure per aumentare la valutazione da darsi al lavoro fatto sulle linee di montagna, dove, dato l'impiego normale dei gradi d'introduzione più elevati, il rendimento del motore è un po' minore; di questa ultima circostanza è appunto equo tener conto della assegnazione dei premi d'economia al personale, laddove nel caso degli esperimenti che ci occupano è invece più opportuno d'includere i due termini distinti, quello proporzionale alla lunghezza reale e quello proporzionale alla lunghezza virtuale, trattandosi di ottenere elementi atti a stabilire appunto tale rendimento del motore.

Di ciò va però tenuto conto nel confrontare i dati del quadro *B* con quelli analoghi ricavati dalla contabilità della Trazione che si riferiscono al servizio corrente e sono quindi ottenuti mediante l'impiego della formula [3] suddetta in luogo della [2].

13° La quantità d'acqua consumata *A*, espressa in litri, è esposta sempre dopo deduzione dei disperdimenti per attacco degli iniettori e bagnatura del carbone fatta in base sia a quote percentuali previamente stabilite in altre esperienze [1], sia a note prese volta per volta. Nei treni di prova in cui funziona il riscaldamento a vapore viene fatta la corrispondente detrazione nel consumo di acqua e di combustibile secondo le quote all'uopo determinate sperimentalmente con il metodo esposto al successivo capitolo *V*. Le cifre dei consumi per la trazione del treno, opportunamente depurate da

[1] In numerose verifiche fatte in esperienze opportune, si è constatato che la quota di disperdimento d'acqua dovuta all'alimentazione della caldaia con gli iniettori, con opportune cautele, può contenersi entro il limite di circa il 2 % del consumo totale di acqua.

Digitized by Google

tali consumi accessori, sono indicate nel quadro B nelle colonne (26) e (36) rispettivamente; invece non è mai tenuto conto delle deduzioni del lavoro e del conseguente consumo inerente alla pompa del freno Westinghouse che nelle prove è tenuta in azione su tutte le locomotive, comprese quelle di montagna e da merci, che eseguono i treni con materiale sprovvisto di freno continuo.

Dalle quantità nette così determinate, sia per l'acqua che per il carbone, si ottengono i diversi consumi unitari di cui alle rimanenti colonne dei quadri stessi.

In particolare i consumi di acqua a_r e di carbone c_r per km. reale di marcia e quelll a_v e c_v per km. virtuale sono dati dalle relazioni:

$$a_r = \frac{A'}{L_r} \quad ; \quad a_v = \frac{A'}{L_v} \quad ; \quad c_r = \frac{C'}{L_r} \quad ; \quad c_v = \frac{C'}{L_v}$$

I consumi per HP-ora al gancio di trazione di acqua a_u e di carbone c_u sono espressi dalle relazioni

$$a_u = \frac{270.000\ A'}{\Lambda} \; ; \; c_u = \frac{270.000\ C'}{\Lambda}$$

e quelli, a_i e c_i per HP-ora indicati sono dati da [1]:

$$a_i = \frac{270.000\ A'}{m\,\Lambda} = \frac{3600\ A'}{T''\ N_i}$$

$$c_i = \frac{270.000\ C'}{m\,\Lambda} = \frac{3600\ C'}{T''\ N_i}$$

I consumi di acqua e di carbone per ora di marcia sono espressi dalle

$$a_t = \frac{3600\ A'}{T''} \quad ; \quad c_t = \frac{3600\ C'}{T''}$$

mentre i consumi di acqua per m². di superficie riscaldata e per ora e di carbone per m² di superficie di griglia e per ora, sono dati da

$$a_s = \frac{3600\ A'}{T''\ S} \quad ; \quad c_s = \frac{3600\ C'}{T''\ G}$$

dove S è la superficie riscaldata totale della locomotiva e G quella delle griglia in m².

I consumi per tonn.-km. virtuali rimorchiate e per tonn.-km. virtuale di treno completo (compresa locomotiva e tender) sono espressi da:

$$a_\sigma = \frac{A'}{\Sigma} \quad ; \quad c_\sigma = \frac{C'}{\Sigma} \quad ; \quad a_{\sigma'} = \frac{A'}{\Sigma'} \quad ; \quad c_{\sigma'} = \frac{C'}{\Sigma'}$$

---

[1] Si noti l'opportunità di applicazione, per la determinazione di a_i dalla formula $a_i = \frac{270.000\ A'}{m\ \Lambda}$ quando sia noto m; in tale caso si richiedono due sole misure sperimentali, mentre la formula $a_i = \frac{3600\ A_i}{T''\ N_i}$ ne richiede tre; analogamente per il valore di c_i.

Digitized by Google

Il rapporto

$$\frac{A}{C} = \frac{A'}{C'} = \frac{a_r}{c_r} = \frac{a_v}{c_v} = \frac{a_u}{c_u} = \frac{a_i}{c_i} = \frac{a_t}{c_t} = \frac{a_s}{c_s}$$

per una stessa serie di esperimenti, si può ritenere proporzionale al coefficiente di vaporizzazione. In effetto il coefficiente di vaporizzazione ottenuto in tal modo dovrebbe essere raffinato per l'influenza che su di esso ha la temperatura media dell'acqua di alimentazione e della pressione media in caldaia ed eventualmente, per le locomotive a vapore saturo, il titolo medio del vapore utilizzato; per le locomotive a vapore surriscaldato occorrerebbe tener conto anche della temperatura media del vapore surriscaldato e del corrispondente calore specifico. Qualora non si ritenga di ragguagliare ad una stessa unità i valori del coefficiente di vaporizzazione, è evidente che essi sono solo comparabili quando siano il risultato di condizioni sperimentali tra loro omogenee e realizzate in modo perfettamente paragonabile. In ogni caso il coefficiente, così come è dato dal risultato degli esperimenti, rappresenta il rapporto fra il reale consumo di acqua (al netto dei disperdimenti) e il consumo di carbone (al netto degli accendimenti), e come tale ha significato pratico e immediato.

Nello spazio destinato alle osservazioni del quadro (colonna 46) sono indicati i minuti ricuperati o perduti durante la marcia di ciascun treno di prova, ed il numero degli avviamenti.

I minuti ricuperati, al netto dai perduti, sono computati detraendo il tempo effettivamente impiegato in corsa da quello stabilito dall'orario, quest'ultimo aumentato delle perdite di tempo effettive per i rallentamenti straordinari prescritti e per gli avviamenti e i rallentamenti alle fermate anormali: tali dati sono ricavati dall'analisi delle zone tachimetriche.

I minuti perduti sono indicati come ricuperi negativi.

14° Accade alle volte che una campagna dinamometrica con locomotive a vapore, si prolunghi in modo da dover confrontare tra loro i resultati sperimentali ottenuti in diverse stagioni dell'anno.

In tal caso, per poter istituire dei confronti attendibili è necessario valutare il maggior consumo derivante dai disperdimenti termici relativi alla peggior delle stagioni rispetto alla migliore (perdita per maggiore irradiazione della caldaia, per diversa temperatura dell'acqua di alimentazione e dell'aria comburente ecc.).

In proposito si segue il metodo indiretto seguente:

Si considerino i consumi per unità di lavoro espressi in tonn. km. virtuali di treno completo (a_σ', c_σ'.) ottenuti dagli uffici di contabilità del Servizio Trazione al netto degli accendimenti e del riscaldamento vapore, e riferentesi al gruppo di locomotive dello stesso o di analogo tipo di quella sperimentata, e che effettui un servizio ai treni paragonabile a quello della serie di esperimenti. Si tracci così una curva dei consumi unitari ottenuta come media dei consumi per unità di lavoro di ogni singola locomotiva e per ogni mese e che si sviluppi, per esempio, in due o tre anni (solari o contabili).

Tale curva avrà un andamento che rappresenterà la variazione del consumo unitario nei diversi mesi dell'anno per il gruppo di locomotive considerato; e l'attendibilità del

Digitized by Google

grafico sarà tanto maggiore per quanto più omogeneo sarà il gruppo di locomotive in esame sia nei riguardi delle condizioni generali di manutenzione, che nei riguardi dell'interessamento medio all'economia del combustibile dimostrata dal personale di macchina.

Per tale ultime ragione le curve stesse si possono tracciare solo quando sia corrisposto un premio di economia individuale ad ogni locomotiva appartenente al gruppo considerato.

La curva tracciata avrà l'andamento di quella della fig. 66. Dai valori numerici della curva stessa è ovvio che si può dedurre, per ogni stagione dell'anno, la percentuale di correzione da apportare alle cifre dei consumi delle prove dinamometriche quando si vogliono, confrontare come si è detto, i risultati ottenuti in diversi periodi dell'anno stesso.

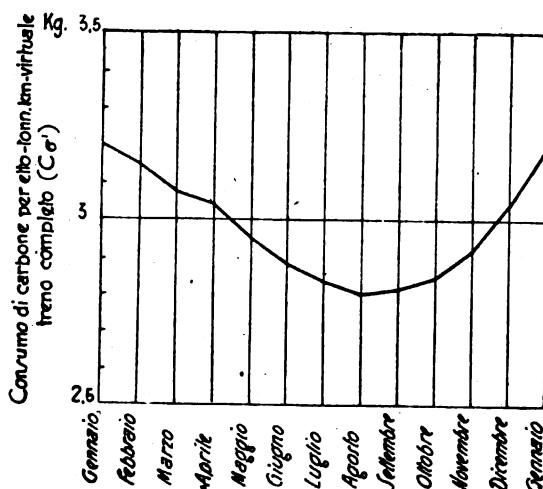



Fig. 66. —

V. Misura del consumo di vapore e di carbone per il riscaldamento dei treni di prova

Se le prove sono effettuate con treni ordinari, quando è necessario, bisogna erogare il vapore alla condotta del riscaldamento in modo che questo sia sufficiente a mantenere i singoli scompartimenti delle vetture ad una temperatura normale; e d'altra parte, bisogna avere gli elementi per ottenere delle misure attendibili che siano idonee a depurare i consumi totali dell'aliquota corrispondente al riscaldamento stesso.

Il metodo seguito si basa sulle proprietà fisiche seguenti che facilmente si possono realizzare in pratica.

All'inizio di una prova, la pressione del vapore nella condotta del riscaldamento di un treno deve essere generalmente vicina ai 5 kg-cmq. dalla parte dell'introduzione del vapore (rubinetto di presa vapore della locomotiva o tubo di derivazione del riscaldamento preventivo). Con tale pressione e a radiatori inattivi, manovrando opportunamente il rubinetto, sia della locomotiva che della condotta dell'ultimo

Digitized by Google

veicolo, si può stabilire praticamente e con facilità che la pressione lungo il treno vada man mano decrescendo fino al termine della condotta. dove giungerà con una pressione di circa $^1/_2$ Kg.cm². Una volta così fissate le posizioni dei due rubinetti di presa e di scarico, durante la marcia, la pressione lungo la condotta varierà in confronto di quella fissata inizialmente soltanto per la variabile attività termica della condotta e sopratutto dei radiatori delle vetture. Tale variazione però per i nostri climi più rigidi risulta, anche se la pressione iniziale da 5 kg.cmq. diventi un po inferiore e si mantenga sui 4 kg.-cmq., sempre tale da garantire che il rubinetto di coda eroghi costantemente vapore e cioè che il treno sia sempre riscaldato dai radiatori funzionanti a bassa pressione (sistema Heintz).

Ne deriva di conseguenza che, in ogni caso, una volta stabilita nel modo sopraindicato la posizione di apertura del rubinetto di presa vapore della locomotiva, si ha la garanzia che il treno sarà sempre riscaldato, anche *senza più toccare la posizione del rubinetto stesso.*

Impostato così il problema dell'erogazione di vapore per il riscaldamento, durante il periodo di esperimento la determinazione del corrispondente consumo di vapore è assai semplice.

L'efflusso del vapore saturo dal robinetto di presa si consideri *come un efflusso attraverso una parete sottile.*

Da note nozioni di termodinamica risulta che tale efflusso può considerarsi come adiabatico secondo la politropica di espansione

$$p_1 \, v_1^k = \text{cost}$$

Si sa che il valore della pressione critica p_c della *vena contratta* a valle del robinetto e la corrispondente velocità W_c, *sono indipendenti dalla pressione che regna a valle della luce di efflusso,* ma dipendono solo, a parità di sezione della luce, dalla pressione a monte p_1, come si può agevolmente dimostrare con i consueti metodi della termodinamica e partendo dall'equazione generale del movimento dei fluidi.

Risulta anche il valore di p_c e di W_c dalle seguenti relazioni

$$p_c = p_1 \left(\frac{2}{K+1}\right)^{\frac{K}{K-1}}$$

$$W_c = \sqrt{2 \, g \, \frac{K}{K+1} \, p_1 \, v_1}.$$

Per il vapore saturo secco (le caldaie da locomotiva sono a titolo alquanto alto e la strozzatura del robinetto della presa vapore del riscaldamento fa da separatore dell'umidità) si può assumere

$$K = 1{,}135$$

e allora risulta

$$p_c = 0{,}574 \; p_1$$

$$W_c = 3{,}227 \; \sqrt{p_1 \, v_1}$$

La pressione p_1 dlela caldaia si può ritenere sensibilmente costante per tutta la durata dell'esperimento; praticamente essa può variare entro limiti assai ristretti.

Digitized by Google

Riassunto dei dati relativi ai diagrammi rileva

Numero dell'esperimento (1)	Carico rimorchiato P (2)	Numerazione dei diagrammi (3)	Velocità corrispondente V (4)	Numero dei giri al 1' (5)	Sforzo utile al gancio di trazione Fu (6)	Potenza utile al gancio di trazione Nu (7)	Pressione in caldaia Pc (8)	Pressione nella camera di distribuzione (9)	Pressione nel receiver Pr (10)	Temperatura effettiva del vapore surriscaldato alla ammissione (11)	Temperatura effettiva del vapore nel receiver (12)	Grado di apertura del regolatore (13)
	tonn.	N°	km.-ora	n.	kg.	HP	kg.-cm²	kg.-cm²	kg.-cm²	0°	0°	—
......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......	......

In ogni modo si è visto che durante gli esperimenti l'andamento della variazione della pressione è sempre registrato da un opportuno manometro registratore, e quindi è sempre possibile ottenere l'ordinata media della pressione di caldaia. Allo sperimentatore basta perciò la sola garanzia che la pressione della condotta a valle del robinetto di presa durante tutto l'esperimento, sia sempre stata inferiore al valore della pressione critica di efflusso p_c; avendo tale garanzia, a parità di sezione della luce di efflusso e di pressione p_1, l'erogazione *dipenderà solo dalla durata dell'esperimento.*

Praticamente, per ogni serie di esperimenti si determinerà la apertura *tipo* da adottarsi per la presa vapore del robinetto del riscaldamento e si potrà determinare il corrispondente consumo in una prova preliminare a fermo. Tale consumo, per quanto sopra si è detto, è indipendente dalle pressioni a valle della condotta. Le misure sperimentali così ottenute differiscono da quelle teoriche di quantità che possono essere comprese entro i limiti di tutti gli altri errori strumentali ([1]).

Determinato il consumo unitario di vapore per riscaldamento, si passa al consumo corrispondente di carbone attraverso il coefficiente di vaporizzazione medio della caldaia ottenuto nell'esperimento $\left(\frac{A}{C}\right)$.

VI. Riassunto dei dati relativi ai diagrammi rilevati con l'indicatore.

Nel quadro *C*, di cui si riporta un esempio, sono riassunti i dati rilevati sulla locomotiva con gli strumenti ad essa applicati.

Il carico *P* è lo stesso del quadro *A* e nel quadro *B*.

([1]) Se si suppone difatti che il consumo orario di vapore per riscaldamento di un treno di prova sia p. es. kg. 400, l'errore che si può commettere tra la misura preliminare a fermo e la successiva identificazione della esatta e costante sezione di apertura del rubinetto del riscaldamento, può solo eccezionalmente raggiungere il 10 % del consumo totale, e cioè di 40 litri-ora.

Per una caldaia di locomotiva da treni diretti, con una vaporizzazione media oraria in servizio corrente di 8000 kg. di vapore, l'errore massimo presumibile ha il valore di $\frac{40}{8000} = 0{,}005$ e cioè inferiore allo stesso ordine di grandezza degli errori strumentali.

Digitized by Google

QUADRO C.

cogli indicatori di pressione sulle locomotive.

Introduzione in % della corsa (14)		Pressione media del diagramma (15)		Potenza indicata nei cilindri (16)		Rapporto della potenza B. P. alla totale (17)	Potenza indicata totale N_i (18)	Rapporto $\frac{N_i}{N_u}$ (19)	Vuoto in camera a fumo (20)	Temperatura vapore di scappamento (21)	Sforzo di trazione indicato totale F_i (22)	ANNOTAZIONI
A. P.	B. P.	A. P.	B. P.	A. P.	B. P.							
—	—	kg/cm²	kg/cm²	HP	HP	%	HP	—	m/m	0°	kg.	

La velocità V è quella media relativa al breve tempo in cui è stato preso il diagramma, come è detto a pag. 151.

Lo sforzo utile al gancio Fu è dato dalla relazione a pag. 167, cap. IV, comma 6.

La potenza utile al gancio N_u è ricavata dalla relazione riportata a pag. 167, cap. IV, comma 7.

Il grado di apertura del regolatore si determina sotto forma di frazione dell'apertura totale massima di cui esso è capace. La verifica di esso si fa a locomotiva spenta.

Come *pressione media del diagramma* è presa, per ciascun lato del meccanismo, quella risultante dalla media delle aree dei diagrammi relativi a ciascuna faccia dello stantuffo.

Per il calcolo della *potenza indicata* si impiega la formula

$$N_i = p'_m V \alpha + p''_m V \beta,$$

dove p'_m e p''_m sono le pressioni medie dei diagrammi di cui sopra, V è la velocità in km-ora corrispondente a ciascun diagramma (v. colonna 4 del quadro C), ed inoltre:

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{1000}{3600 \times 75} \times 10.000\,(d^2 - \delta^2)\,\frac{l}{D} \\ \beta &= 0 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \end{aligned}\right\} \text{per le locomotive a doppia espansione e a 4 cilindri.}$$

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{1000}{2 \times 3600 \times 75} \times 10.000\,(d_1^2 - \delta_1^2)\,\frac{l}{D} \\ \beta &= \frac{1000}{2 \times 3600 \times 75} \times 10.000\,(d_2^2 - \delta_2^2)\,\frac{l}{D} \end{aligned}\right\} \text{per le locomotive a doppia espansione e a 2 cilindri.}$$

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{1000}{3600 \times 75} \times 10.000\,(d_1^2 - \delta_1^2)\,\frac{l}{D} \\ \beta &= \frac{1000}{3600 \times 75} \times 10.000\,(d_2^2 - \delta_2^2)\,\frac{l}{D} \end{aligned}\right\} \text{per le locomotive a semplice espansione e a 2 cilindri.}$$

In queste espressioni i valori di d, d_1, d_2, l e D, espressi in metri rappresentano rispettivamente i diametri interni dei cilindri, la corsa degli stantuffi, e il diametro

Digitized by Google

delle ruote motrici, δ^2, δ_1^2, e δ_2^2, pure espressi in metri, rappresentano i valori della semisomma dei quadrati dei diametri delle aste degli stantuffi e delle relative controaste.

Nella colonna (22) lo sforzo di trazione indicato F_i, è ricavato dalla relazione:

$$F_i = m\,F_u = \frac{270\;N_i}{V}$$

È appena necessario aggiungere che ogni *serie* di prova di trazione è costituita di numerose prove singole non affette da errori grossolani (i quali portano sempre a scartare la prova singola) e che ai risultati numerici di ogni serie si attribuisce valore solo in quanto rappresentano *medie* di numeri fra loro non molto diversi quantitativamente: l'attendibilità di risultati numerici *medi* così ricavati e vagliati è indubbia ed infatti si è sempre riscontrata una concordante rispondenza fra i detti risultati delle prove di trazione e quelli rilevati poi nell'esercizio corrente delle locomotive similari in servizio.

APPENDICE.

I. Cenno sugli studi particolari dei diagrammi del lavoro indicato.

Accade alle volte che si debbano studiare caratteristiche speciali di funzionamento di alcuni tipi di locomotive a vapore, come ad esempio distribuzioni a valvole indipendenti, macchine a doppia espansione ed a vapore surriscaldato, caldaie a intense vaporizzazioni con tubi bollitori di acqua o con apparecchi speciali ricuperatori di calore, separatori di umidità del vapore, ecc.

La mole dei dati sperimentali raccolta coi mezzi ed i metodi di esperimento in precedenza descritti permette di fare tali studi sperimentali su larga base e valendosi dei metodi noti della termodinamica pratica e teorica.

Per le considerazioni di carattere meccanico si passa dal diagramma del lavoro nei cilindri a quello delle variazioni dello sforzo del giro di ruota (diagramma polare dello sforzo tangenziale) che è particolarmente utile per l'esame della coppia utilizzabile all'asse motore, servendo di base per risolvere particolari questioni relative alla marcia o agli avviamenti dei treni. Per deduzioni teoriche invece l'uso dei diagrammi entropici è estesamente diffuso in ogni tipo di esperimento. In particolare la tavola del Mollier che tiene conto della variazione del calore specifico del vapore surriscaldato, secondo le leggi fisiche accennate in precedenza (fig. 49, pag. 141) è usata correntemente con vantaggio. Per misure correnti è sufficiente che la scala delle ordinate (calorie) sia di un mm. per ogni due calorie e che pertanto la tavola assuma le dimensioni di quella riportata (Tav. XVII). Analogamente dicasi per la tavola entropica temperature entropia, che serve ottimamente per la trasformazione dei diagrammi del lavoro indicato rilevati sui cilindri, in diagrammi entropici secondo il noto metodo grafico del *Boulvin*. L'utilità di tale grafico si rende manifesta specialmente quando si voglia farne

Digitized by Google

l'applicazione anche al caso generale di locomotive compound a vapore surriscaldato, come è stato recentemente proposto dagli autori di studi di termodinamica (1).

Sui particolari di tali lavori analitici e grafici non ci fermeremo per non esorbitare dal compito della presente memoria ed entrare in quello più vasto e generale dello studio sperimentale della macchina termica (generatore e motore), che deve essere sempre fatto ogni qualvolta si abbia di mira un esame completo ed esauriente di un determinato tipo di locomotiva. Soltanto si può osservare che lo studio generale teorico dei diagrammi rilevati con gli indicatori di pressione è solo attendibile quando essi si riferiscono *allo stato di regime di funzionamento della motrice termica*. Nelle prove in corsa con la locomotiva a regimi continuamente variabili, tale condizione di base generalmente non si verifica, a meno che non si voglia crearla scegliendo opportunamente un determinato profilo di linea che si possa percorrere con *la locomotiva a regime* ad una determinata velocità sensibilmente *costante* di lavoro.

Nelle prove pratiche con locomotive a vapore, quando il fuoco nel fornello sia bene attivato ed i cilindri siano in precedenza riscaldati nell'effettuazione di un congruo tratto di percorso, si può considerare periodo di regime, agli effetti del rilievo di diagrammi con l'indicatore, *il periodo successivo ai primi dieci minuti di marcia con le caratteristiche di lavoro da studiare* (2). Ciò premesso, si comprende come possa essere sufficientemente agevole di trovare, nella nostra Rete di oltre 15.000 km., un tratto di linea caratteristico, dove una locomotiva possa giungere con cilindri caldi e fuoco in forno bene attivo e che abbia un percorso a regime superiore ai dieci minuti. In tali tratti il rilievo degli ultimi diagrammi potrà essere utile per lo studio teorico di cui sopra si è fatto cenno.

Per esempio un tratto particolarmente indicato per velocità angolari di regime basse è la linea Firenze-Pistoia-Pracchia. Da Firenze a Pistoia il fuoco si attiva ed i cilindri si scaldano e da Pistoia a Pracchia si ha una rampa del 25 ‰ costante della lunghezza di 25 km., dove il tratto utile è assai ampio e si sviluppa per un tempo notevole. Analogamente dicasi per la linea Firenze-S. Giovanni Valdarno-Laterina-Arezzo e per la Roma-Orte-Orvieto-Ficulle (3).

Tra gli studi particolari sui diagrammi del lavoro indicato presi con *velocità e lavoro a regime* è interessante lo studio qualitativo dello scambio di calore tra pareti del cilindro ed il vapore che si svolge secondo il noto metodo di Dwelshauvers-Dery (4). Esso è di utile orientamento nel confronto, per esempio, di locomotive ad ordinario distributore cilindrico, con locomotive a distribuzione per equicorrente (distribuzione Stumpf) o a valvole di introduzione e scarico indipendenti (distribuzioni Caprotti (5) e Lentz).

---

(1) Cfr.: *Trattato di termodinamica*, ing. E. GUIDETTI-SERRA. Paravia, 1922, pag. 142 e seguenti.

(2) Sono naturalmente da escludersi i periodi troppo vicini ad ogni inizio di ogni esperimento o dopo lunghe soste.

(3) I profili di tali linee sono noti dalle numerose pubblicazioni fatte dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato dei risultati dei propri esperimenti dinamometrici: cfr. nota (1) a pag. 84.

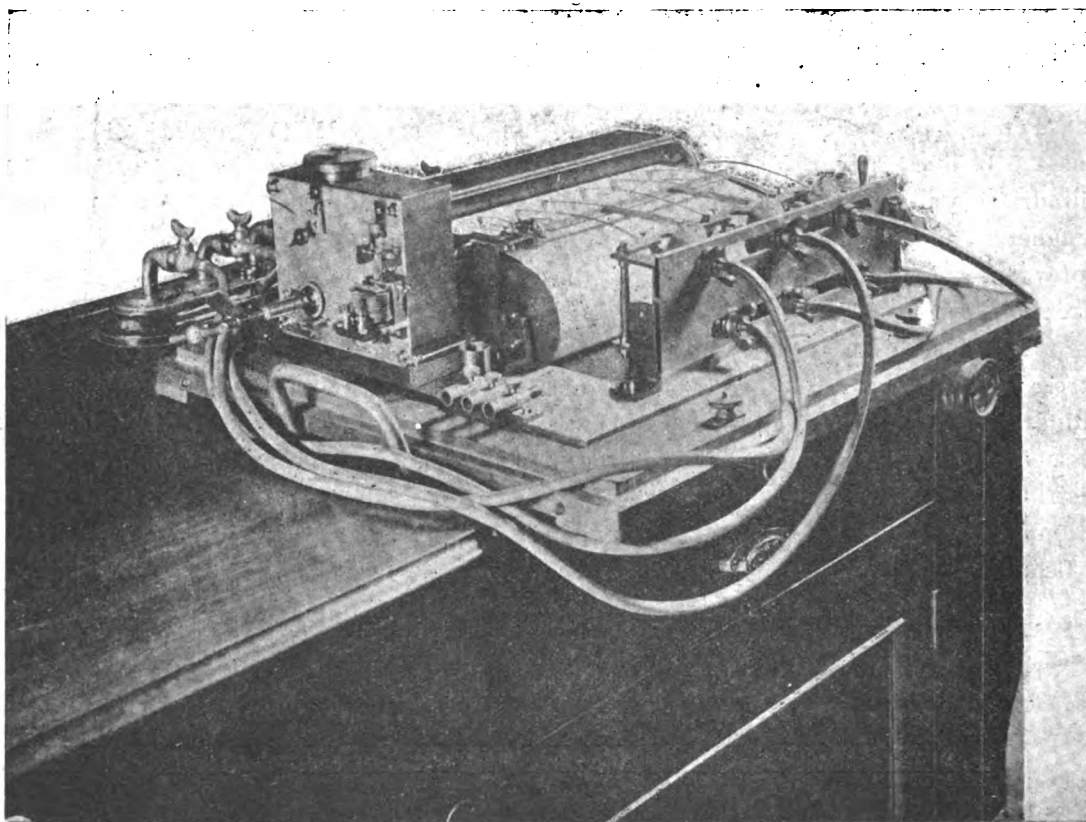
(4) Cfr. GARUFFA, *Le motrici industriali*. Vallardi di Milano.

(5) Cfr.: *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, anno X, n. 6, 15 giugno 1921, da pag. 152 a pag. 170; n. 1, 15 luglio 1923, da pag. 16 a pag. 20.

Digitized by Google

II. Cenno sugli studi generali delle condizioni di resistenza, utilizzazione e sicurezza in marcia dei diversi tipi di materiale rotabile ferroviario.

La carrozza dinamometrica in special modo fornisce con abbondanza e con precisione tutti gli elementi sperimentali atti allo studio delle resistenze in marcia del materiale rotabile ferroviario. Da tali studi scaturiscono da un lato tutte le condizioni tecniche normali di esercizio, di composizione, di resistenza, di utilizzazione dei nostri treni e di sicurezza della loro circolazione, e dall'altro tutte le norme per la razionale utilizzazione dei mezzi di trazione disponibili. Il campo di indagine sperimentale è talmente vasto ed ha tale importanza ferroviaria da meritare una trattazione a parte, ricca dei risultati che possono render conto di quale mole è il contributo tecnico che l'Amministrazione delle Ferrovie Italiane dello Stato ha fornito e fornisce continuamente in tale ramo di studi. Basta aver solo trattato con la presente memoria dei mezzi sperimentali e dei metodi sistematicamente seguiti per poter comprendere come tale contributo possa esser degno di considerazione specialmente nel ramo della circolazione ed utilizzazione dei mezzi di trazione ferroviari, che è cardine del razionale loro impiego e dell'economia e sicurezza dei trasporti, e che è sempre tenuto in particolare e grandissimo conto dalla nostra Amministrazione.

Firenze, settembre 1923.

Carrozza dinamometrica delle Ferrovie Italiane dello Stato.
Apparecchio registratore Sabouret.

Palma Antonio Scamolla, *gerente responsabile*

ROMA - Grafia, S. A. I. Industrie Grafiche, Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

SOCIETÀ ALTI FORNI, FONDERIE, ACCIAIERIE E FERRIERE

FRANCHI-GREGORINI

Capitale sociale L. 60.900.000 interamente versato

DIREZIONE CENTRALE: BRESCIA

TELEFONI: 3-67 — 11-32 — 10-03

STABILIMENTI IN: S. EUSTACCHIO (Brescia) (Tel. 3.78)
BRESCIA - Magazzino Ferro (Tel. 11.32)
FONDERIA LOVERE (Bergamo) (Tel. 10)
FORNO ALLIONE (Brescia) - Acciaieria Elettrica

ALTI FORNI IN: GOVINE (Brescia)
FONDERIA LOVERE (Bergamo)
FIUMENERO (Bergamo)
BONDIONE (Bergamo)
FORNO ALLIONE (Bergamo).

MINIERE FERRO IN: VALLE TROMPIA e VALLE CAMONICA (Bergamo)
VALLE SCALVE e VALLE SERIANA (Bergamo.

UFFICI IN ROMA - Via XX Settembre, 3 - Tel. 93-66

AGENZIE DI VENDITA IN ITALIA:

TORINO - MILANO - GENOVA - BRESCIA - TRIESTE
BOLOGNA - FIRENZE - NAPOLI
PALERMO - CAGLIARI

RAPPRESENTANTI ALL'ESTERO:

Austria: VIENNA — GUGENHEIMER, II - Franzensbrückenstr, 3
Belgio: WATERLOO — JOSEPH DELLEUR
Spagna: MADRID — C. CALAMARI - Avenida Conde Penalver, 21-23

Prodotti Speciali:

CILINDRI di ghisa fusi in Conchiglia per lamiere e laminati, fusi in staffa per profilati; cilindri per molini e cartiere.
RUOTE di ghisa temperata, Griffin. Ruote con centri in acciaio fuso o in acciaio laminato con cerchioni laminati, per locomotive, vetture e vagoni.
CERCHIONI greggi e lavorati, sciolti per ruote da ferrovia e tramvia.
SALE sciolte e montate con ruote di acciaio e ruote di ghisa per locomotive, vagoni e carrelli.
SALE A GOMITO per locomotive.

BOCCOLE, CEPPI per freno, ganasce in ghisa ed in acciaio.
MOLLE di qualunque tipo per ferrovie, tramvie, automobili.
GETTI di ghisa e di acciaio di qualunque peso.
LAMINATOI, presse, calandre, magli, trance, ecc.
ACCIAI speciali per utensili.
FERRI LAMINATI
BOMBOLE D'ACCIAIO - brevettate - in un sol pezzo per gas e liquidi compressi.

CESARE GALDABINI & C.

Costruzioni Meccaniche, Fonderia - GALLARATE

Impianti idraulici completi per Officine Ferroviarie:
per calettare e scalettare ruote sugli assali
per calettare e scalettare mandrini, ecc.
per la ricalcatura staffe delle molle dei veicoli

Macchine a spianare - curvare - tagliare lamiere

Impianti di trasmissione

Riparto per la fucinatura e stampatura del materiale ferroviario di piccola e grande dimensione

Pressa idraulica ns. Tipo ER speciale per calettare e scalettare mandrini, ecc.

Pressa idraulica ns. Tipo P orizzontale speciale per calettare e scalettare le ruote sugli assali

• Già fornitrice dei Cantieri delle FF. SS. •

ANNO XII – VOL. XXIV – N. 5. RIVISTA MENSILE ROMA – 15 Novembre 1923.
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **50**; per l'Estero (U. P.) Frs **100**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **5** e Frs **10**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari italiani
Quota annuale di associazione L. **36**
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
(Corporazione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti Italiani)

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione.

Ing. Comm. F. BRANCUCCI – Capo Servizio Lavori e Costruzioni FF. SS.
Ing. G. L. CALISSE.
Ing. Comm. R. GIOPPO – Ispettore Superiore delle FF. SS.
Ing. Comm. ABDELCADER FABRIS – Capo Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.
Ing. Gr. Uff. L. GREPPI – Direttore Generale della Società Anonima Officine Meccaniche (già Miani, Silvestri, Grondona, Comi & C.) – Milano.
Ing. P. LANINO.
Ing. Comm. F. MASSIONE – R. Ispettore Capo Ufficio speciale Ferrovie.
On. NETTI ing. Aldo – Presidente del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani.
Ing. Comm. F. SCHUPFER.
Ing. Gr. Uff. C. SEGRÈ.

Segretario del Comitato: Ing. Cav. Uff. NESTORE GIOVENE - Ispettore Principale delle FF. SS.

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO-SINDACATO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI,,
ROMA – VIA POLI, N. 29 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Per le inserzioni rivolgersi esclusivamente all'AMMINISTRAZIONE DELLA RIVISTA
ROMA (4) – Via Poli, N. 29.

Digitized by Google

SOCIETÀ ALTI FORNI, FONDERIE, ACCIAIERIE E FERRIERE

FRANCHI-GREGORINI

Capitale sociale L. 60.900.000 interamente versato

DIREZIONE CENTRALE: BRESCIA

TELEFONI: 3-67 — 11-32 — 10-03

STABILIMENTI IN: S. EUSTACCHIO (Brescia) (Tel. 3.78)
BRESCIA - Magazzino Ferro (Tel. 11.32)
FONDERIA LOVERE (Bergamo) (Tel. 10)
FORNO ALLIONE (Brescia) - Acciaieria Elettrica

ALTI FORNI IN: GOVINE (Brescia)
FONDERIA LOVERE (Bergamo)
FIUMENERO (Bergamo)
BONDIONE (Bergamo)
FORNO ALLIONE (Bergamo).

MINIERE FERRO IN: VALLE TROMPIA e VALLE CAMONICA (Bergamo)
VALLE SCALVE e VALLE SERIANA (Bergamo.

UFFICI IN ROMA - Via XX Settembre, 3 - Tel. 93-66

AGENZIE DI VENDITA IN ITALIA:

TORINO – MILANO – GENOVA – BRESCIA – TRIESTE
BOLOGNA – FIRENZE – NAPOLI
PALERMO – CAGLIARI

RAPPRESENTANTI ALL'ESTERO:

Austria: VIENNA — GUGENHEIMER, II - Franzensbrückenstr, 3
Belgio: WATERLOO — JOSEPH DELLEUR
Spagna: MADRID — C. CALAMARI - Avenida Conde Penalver, 21-23

Prodotti Speciali:

CILINDRI di ghisa fusi in Conchiglia per lamiere e laminati, fusi in staffa per profilati; cilindri per molini e cartiere.
RUOTE di ghisa temperata, Griffin. Ruote con centri in acciaio fuso o in acciaio laminato con cerchioni laminati, per locomotive, vetture e vagoni.
CERCHIONI greggi e lavorati, sciolti per ruote da ferrovia e tramvia.
SALE sciolte e montate con ruote di acciaio e ruote di ghisa per locomotive, vagoni e carrelli.
SALE A GOMITO per locomotive.
BOCCOLE, CEPPI per freno, ganasce in ghisa ed in acciaio.
MOLLE di qualunque tipo per ferrovie, tramvie, automobili.
GETTI di ghisa e di acciaio di qualunque peso.
LAMINATOI, presse, calandre, magli, trance, ecc.
ACCIAI speciali per utensili.
FERRI LAMINATI
BOMBOLE D'ACCIAIO – brevettate – in un sol pezzo per gas e liquidi compressi.

CESARE GALDABINI & C.

Costruzioni Meccaniche, Fonderia - GALLARATE

Impianti idraulici completi per Officine Ferroviarie:
per calettare e scalettare ruote sugli assali
per calettare e scalettare mandrini, ecc.
per la ricalcatura staffe delle molle dei veicoli

Macchine a spianare - curvare - tagliare lamiere

Impianti di trasmissione

Riparto per la tucinatura e stampatura del materiale ferroviario di piccola e grande dimensione ::

Pressa idraulica ns. Tipo ER speciale per calettare e scalettare mandrini, ecc.

Pressa idraulica ns. Tipo P orizzontale speciale per calettare e scalettare le ruote sugli assali

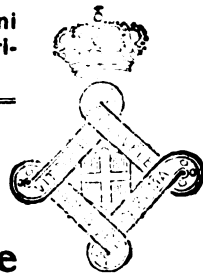
• Già fornitrice dei Cantieri delle FF. SS. •

Digitized by Google

Anno XII. - Vol. XXIV. 15 Novembre 1923 - N. 5

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Nuovo Cavalcavia a quattro luci di m. 13,50 presso la stazione di Alessandria Centrale

(Redatto dall'Ing. ETTORE LO CIGNO per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle FF. SS.).

(Vedi Tav. XVIII e XIX fuori testo).

La stazione di Alessandria è attraversata, alla estremità, verso Genova, poco prima del quadrivio per Genova, Piacenza, Ovada e Savona, dalla strada Provinciale Alessandria-Savona, mediante un cavalcavia che per la sua orditura, formata con voltine in laterizio impostate su travi in ferro sorrette da colonne di ghisa, non è suscettibile di un conveniente ampliamento.

Attiguo al cavalcavia esisteva la porta militare cosidetta del Dongione, ampia e solida opera fortilizia costruita nel 1860 ad archi e pilastri, in prosecuzione della cinta magistrale formata dagli spalti e dai fossati delle fortificazioni a protezione della linea ferroviaria.

Non potendosi conciliare l'esistenza della porta militare e del cavalcavia in ferro, costruiti per soli quattro binari, cogli impianti della stazione di Alessandria, nodo ferroviario importantissimo ed in continuo e progressivo ampliamento, ed avendo l'Autorità Militare da tempo abolito qualsiasi opera di presidio, sia della ferrovia come della città di Alessandria, l'Amministrazione Ferroviaria ha proceduto alla demolizione della porta militare ed alla costruzione di un nuovo cavalcavia, per il quale fu prescelta la struttura ad archi e pilastri di calcestruzzo di cemento. Gli archi sono in numero di quattro, della luce di m. 13, 50 ciascuno; tale ampiezza venne fissata in relazione ai futuri ampliamenti della stazione di Alessandria, ai quali si provvederà a misura dei bisogni, secondo un piano regolatore che prevede l'impianto di undici binari in luogo dei quattro attuali.

La posizione del nuovo cavalcavia venne stabilita in modo da poter sviluppare le rampe d'accesso colla pendenza massima ammessa dal Comune, tenuto conto che, per le esigenze degli impianti della trazione elettrica, dovette assegnarsi al nuovo piano stradale una maggior altezza sui sottostanti binari. Precisamente, il nuovo cavalcavia venne costruito alla distanza di circa 45 metri verso Genova dal cavalcavia

Digitized by Google

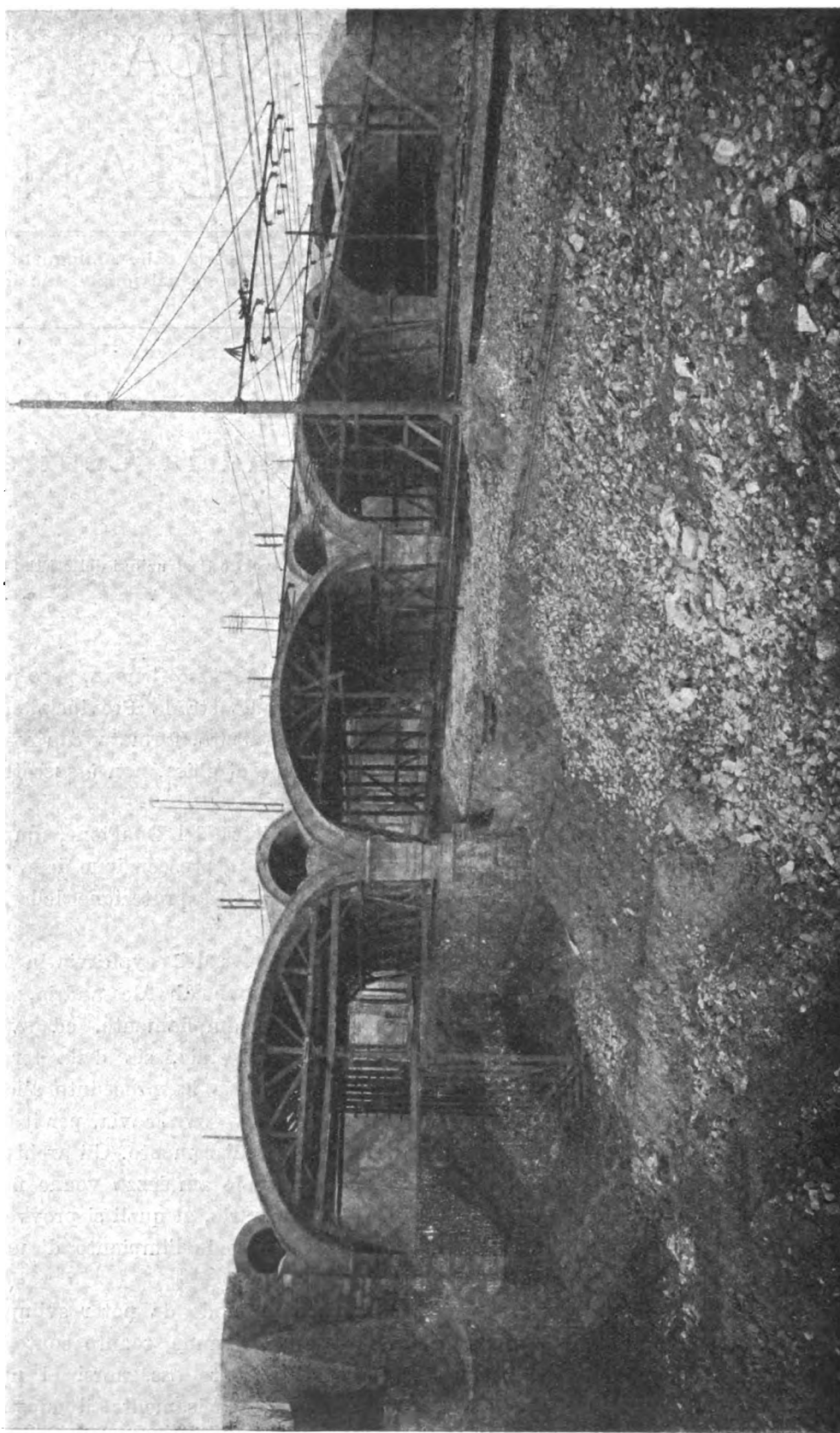



Fig. 1. — Cavalcavia a quattro luci di m. 13,50 presso la stazione di Alessandria, sulla linea Torino-Genova. — ***Vista dell'opera in costruzione.***

Digitized by Google

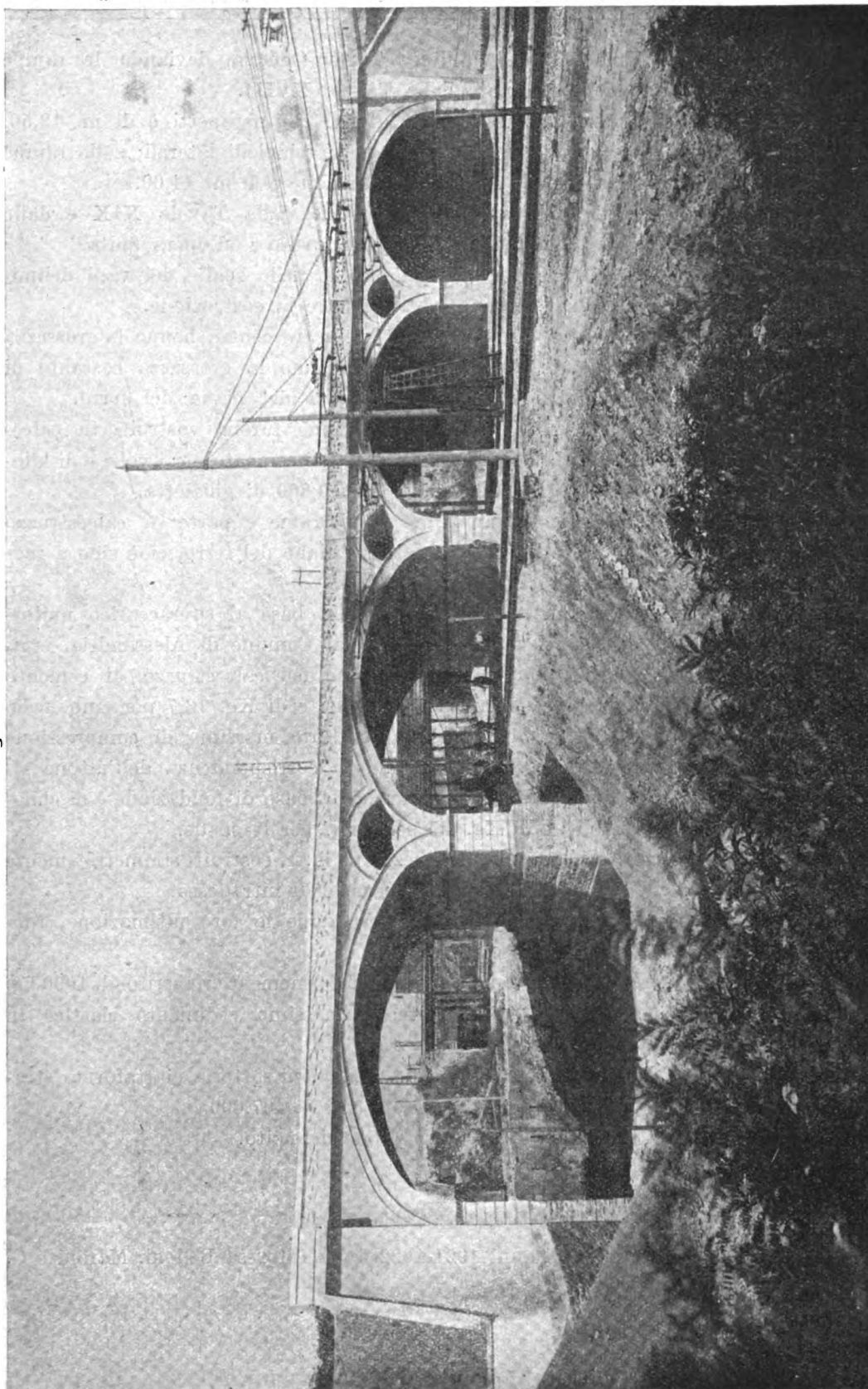



Fig. 2. — Cavalcavia a quattro luci di m. 13,50 presso la stazione di Alessandria, sulla linea Torino-Genova. — *Vista ad opera finita.*

Digitized by Google

attuale, alla progressiva Km. 90.624 della linea Torino-Genova, deviando le rampe com'è indicato nella planimetria riportata dalla Tavola XVIII.

La larghezza del manufatto misurata fra l'interno dei parapetti è di m. 12,50, dei quali m. 9,00 per la carreggiata e 3,50 pei due marciapiedi laterali; sulle rampe d'accesso, la larghezza fra i cigli della piattaforma stradale è di m. 14,00.

Le modalità di costruzione del cavalcavia risultano dalla Tavola XIX e dalle figure 1 e 2, che riproducono il manufatto in corso di lavoro e ad opera finita.

Nei timpani vennero lasciati, tanto nelle pile come nelle spalle, dei vani delimitati da archetti di scarico, i quali servono ad alleggerire la costruzione.

I volti, a sesto ribassato ed a direttrice circolare a tre centri, hanno la grossezza di m. 0,50 in chiave e di m. 0,80 alle reni; le pile hanno la grossezza costante di m. 1,50 sino alla risega di fondazione, posta alla quota del piano del ferro.

Tanto i volti come le pile nella parte in elevazione furono costruiti in calcestruzzo di cemento, formato con la dosatura di Kg. 400 di cemento per i volti e di chilogrammi 300 per le pile, per mc. 0,500 di sabbia e mc. 0,800 di ghiaietta.

Le fondazioni, costruite parte in muratura di pietrame e parte in calcestruzzo di cemento, vennero spinte sino a m. 8 circa sotto il piano del ferro, cioè sino a raggiungere il terreno solido costituito da ghiaia e sabbia.

Dal calcolo di progetto del manufatto, eseguito in base al sovraccarico uniformemente distribuito di Kg. 1000 per mq, richiesto dal Comune di Alessandria, è risultato che le massime sollecitazioni di compressione nel calcestruzzo di cemento sono di Kg. 13,6 per cmq. al piano d'imposta dei volti e di Kg. 13,7 per cmq. nelle pile al piano della prima risega, e che lo sforzo unitario massimo di compressione nella muratura di pietrame è di Kg. 8,1 per cmq. in corrispondenza dell'ultima risega in fondazione. La pressione unitaria massima sulla base di fondazione è di chilogrammi 6,4 per cmq. per le pile, e di Kg. 4,5 per cmq. per le spalle.

Gli archi furono gettati a conci della larghezza di m. 1, costruiti simmetricamente rispetto alla chiave, e coi giunti normali alla superficie di intradosso.

Il disarmo delle arcate venne eseguito un mese dopo la loro ultimazione, rilevando un abbassamento in chiave di soli mm. 7.

Alle prove di carico, eseguite disponendo un peso uniformemente ripartito di 1000 kg. per mq., il manufatto si comportò ottimamente: il massimo cedimento elastico in chiave risultò di qualche decimo di mm.

Il costo complessivo del manufatto, escluse le fondazioni sotto la piattaforma stradale, ascende a L. 452.800; il costo delle fondazioni è di L. 407.000.

Il vecchio cavalcavia in ferro verrà quanto prima demolito.

* * *

Il cavalcavia fu costruito negli anni 1921-1922 dalla Impresa Belloni, Maroni e C. di Milano.

Digitized by Google

Sul riordinamento delle tariffe merci internazionali

I traffici internazionali, come è noto, durante la guerra rimasero in gran parte paralizzati. Al cessare delle ostilità gli sforzi fatti per rimettere in movimento la complessa macchina degli scambi da paese a paese diedero risultati molto scarsi, sia perchè la diplomazia della Intesa, contornata da una fungaia di commissioni speciali, cominciava ad inceppare con le sue ingombranti inframmettenze le libere iniziative private, sia perchè l'organismo economico europeo, grondante ancora sangue per le enormi ferite inferte dalla lunga guerra, non era in condizioni da consentire una ripresa immediata di traffici.

Pure, sotto la spinta del bisogno universalmente sentito di rimettere in esercizio il congegno degli scambi internazionali, le Amministrazioni ferroviarie intensificarono i loro sforzi e la macchina dei servizi cumulativi si mise in moto con cigolii di ingranaggi arrugginiti e con movimenti a scosse disordinate, arrestandosi frequentemente per sopraggiungere di ostacoli e difficoltà d'ogni genere.

Per ciò che interessa più da vicino i nostri traffici, l'Italia, che prima della guerra aveva relazioni assai sviluppate con l'Europa centrale, specie per l'esportazione delle derrate alimentari, e servizi ferroviari diretti con Francia, Belgio, Olanda, Inghilterra, Svizzera, Germania ed Austria-Ungheria, vide i suoi scambi sensibilmente limitati dallo stato di guerra ed i suoi servizi ferroviari diretti ridursi quasi esclusivamente ad allacciamenti con la Francia e la Svizzera.

All'armistizio (novembre 1918) è seguito un periodo di intenso lavoro per la ripresa di traffici diretti, specie tra l'Italia e i paesi dell'Europa centrale, a base di conferenze, nelle quali però, con tutte le migliori disposizioni di questo mondo, i delegati non hanno ancora potuto sciogliere parecchi nodi tariffari intricati in quanto intimamente connessi col disordine politico ed economico prodotto dalla guerra. Questi nodi, che tengono duro tuttora al pettine e mantengono arruffata la matassa tariffaria, si possono classificare come segue:

1. *Divisioni politiche* che hanno alterato i transiti di confine dell'anteguerra ed hanno spezzettato l'Europa in un numero inverosimile di Stati. Ciò, se dal punto di vista politico ha corrisposto alle nostre giuste rivendicazioni, avendo l'Italia, nella sua condizione di Grande Potenza vittoriosa, raggiunto sulla cerchia delle Alpi i suoi naturali confini, ha generato però, dal punto di vista ferroviario, una confusione babelica nei rapporti tra le varie Amministrazioni. Se, ad esempio, prima della guerra, bastava un'intesa tra le ferrovie italiane e quelle austro-ungariche per un trasporto da Milano a Leopoli, interessando solo due Stati con due lingue ufficiali, italiana e tedesca, dopo la guerra è necessario che si mettano d'accordo tra loro le Amm.ni ferroviarie di ben sei Stati e cioè Italia, Austria, Jugoslavia, Ungheria, Cecoslovacchia e Polonia con sei lingue ufficiali diverse. Se si sceglie, Dio guardi, come esempio un trasporto tra l'Italia e uno Stato Baltico, supponiamo l'Estonia, allora la faccenda si

Digitized by Google

complica entrando in gioco Svizzera, Austria, Jugoslavia, Germania, Cecoslovacchia, Polonia, Lituania, Lettonia ed Estonia.

2. *Difficoltà economiche e finanziarie* per cui non pochi Stati, nati dopo la guerra, mancano di vitalità, sia per difetto di costituzione, sia per riguardo alle loro condizioni attuali, di guisa che, dal punto di vista delle grandi correnti di traffico internazionale, costituiscono zone paludose. Paesi impoveriti o con limitate risorse quali la Jugoslavia e l'Ungheria, paesi ridotti a vivere di sovvenzioni estere come l'Austria, non possono avere che traffici di transito e in ogni caso, almeno per ora, hanno ben poco peso nella bilancia degli scambi.

Si aggiunga a ciò la *débacle* economica della Germania che a passi di gigante si dirige verso il fallimento.

3. *Oscillazioni dei cambi.* La parola oscillazione, per certe valute, non è esatta. Si dovrebbe dire piuttosto: Moto disordinato dei cambi. In effetti alcune valute, come la lira, il franco francese, il franco belga e il dinaro sono discese; altre, come la corona austriaca, la corona ungherese ed il marco polacco, sono cadute; altre infine, come il rublo e il marco germanico, sono precipitate e continuano a sprofondare nel baratro senza fondo delle frazioni decimali in rapporto all'altezza di origine.

Sino a tutto il 1921 i movimenti dei cambi restarono contenuti entro limiti preoccupanti, ma non disastrosi (1). La nostra lira, a fine dicembre 1921, era equivalente a 58 corone austriache o ad 8 marchi all'incirca.

A fine dicembre 1922 le cifre, sempre rispetto alla lira, erano alquanto più elevate: 3900 corone, 370 marchi. Dalla prima decade di agosto 1923 in poi la corona è rimasta quasi stazionaria sulla migliorata posizione di 3000 circa, ma il corrispettivo in marchi della lira ha raggiunto cifre fantastiche che, nel giro di pochi giorni, sono passate dalle migliaia ai milioni e dai milioni ai miliardi. Ciò corrisponde praticamente all'annullamento della valuta.

Dei tre ostacoli accennati sopra, i quali si oppongono alla regolare ripresa dei traffici internazionali per ferrovia, l'ultimo è di gran lunga il più grave. Già in un precedente articolo (2) si è dimostrato, a proposito della tariffa merci diretta italo-germanica, quale ricca serie di inconvenienti sia connessa con il funzionamento di una tariffa a diverse valute carta per concluderne consigliando di cambiare sistema e cercare nell'introduzione della valuta oro la soluzione razionale del problema degli scambi ferroviari. La questione non ha fatto un passo innanzi per mancanza di unità di vedute tra le ferrovie e per riluttanza di alcuni circoli commerciali. Viceversa le tariffe dirette interessanti più di due amministrazioni sono venute sempre più ingarbugliandosi con nuove edizioni, supplementi, modificazioni, soppressioni ed aggiunte. In alcune tariffe le tasse di porto sono cresciute smisuratamente con prezzi sempre più complicati e con cifre sempre più lunghe tanto da riuscire ognora più difficile leggervi chiaramente e cavarne fuori la giusta tassazione. Il pagamento dei saldi fra i reciproci debiti e crediti dei vettori ferroviari, pagamento che si effettua in epoche posteriori alla riscossione dei noli, ha implicato rischi da cui i bilanci ferroviari devono andare

---

(1) Cfr. « Valuta-Tabellen 1914-1922 » Frankfurter Societäts-Druckerei G. m. b. H. Frankfurt a/M 1923.

(2) « Le oscillazioni dei cambi e la loro ripercussione sulle tariffe merci internazionali », anno XI, n. 2, agosto 1922.

Digitized by Google

assolutamente immuni o che, quanto meno, debbono essere ridotti entro limiti tollerabili.

Date tutte queste premesse, quale conclusione dobbiamo trarne?

Quella che è tanto chiara da imporsi anche ai ciechi, la più evidente, l'unica. Bisogna avere il coraggio di dare il colpo di grazia a tutte quelle tariffe le quali hanno perduto o quasi ogni valore pratico sia per difficoltà di interpretazione, sia per deficienza di applicazione o scarsità di rendimento, e relegarle in archivio perchè servano a documentare sforzi generosi, ma ahimè vani di questo travagliatissimo dopo guerra ferroviario. *A fortiori* converrà cessare di affaticarsi attorno a quelle tariffe, tuttora in istato di incubazione, che interessano Stati situati al di là di quelli coi quali siamo a contatto. Sarà prudente, infine, conservare quanto più intera è possibile, e salvo sempre il rispetto dovuto agli accordi giuridici internazionali di Berna, la nostra libertà tariffaria, evitando con cura di prendere nelle Commissioni ferroviarie che gravitano entro l'orbita della Società delle Nazioni e dell'U. I. C., ogni impegno internazionale che sia in contrasto col nostro programma di ricostruzione.

* * *

Questo programma, se pur difficile ad eseguire, è però ben semplice nelle sue linee essenziali.

Sgombrato il terreno dalle foglie morte delle tariffe inservibili, come si è detto avanti, bisognerà por mano a rinnovare quelle esistenti coi paesi a contatto o a crearne con quei medesimi paesi a contatto coi quali tariffe dirette finora non esistono. In particolare, noi abbiamo da rinnovare i servizi diretti con la Francia e la Svizzera; abbiamo da crearne con l'Austria e la Jugoslavia.

Le tariffe italo-francese ed italo-svizzera, per cumulo di circostanze sfavorevoli, sono tutt'oggi in corso di rifacimento e non si è ancora introdotto in esse, per la parte italiana, i prezzi e le condizioni delle nuove tariffe interne, edizione 1º gennaio 1922.

Gli sforzi che si faranno per affrettare le nuove edizioni di dette due tariffe non saranno davvero fatica sprecata, perchè varranno a ristabilire la normalità nei nostri due più importanti servizi diretti i quali presentano, meglio di qualsiasi altro nostro servizio internazionale, garanzia di regolarità e stabilità di traffico.

Con l'Austria e la Jugoslavia, supposto che quest'ultima convenga nella opportunità di stringere una buona volta accordi economici nell'interesse dei due paesi, dovranno gettarsi fondamenta di tariffe dirette da servire più tardi come base di allacciamento con terzi Stati. «*Natura non facit saltus*», scrisse Linneo. Non è conforme a natura istituire una tariffa con l'Ungheria, se non se ne è fatta prima una con la Jugoslavia o con l'Austria che si frappongono tra l'Ungheria e noi.

Queste nuove tariffe dirette con le Amministrazioni ferroviarie confinanti dovranno contenere nomenclatura e classificazione più snelle e meno complicate in confronto di quelle delle tariffe interne; i prezzi, se non in valuta oro, dovrebbero essere espressi in lire per il percorso italiano e nella valuta del paese di contatto per il percorso sulla ferrovia estera, a meno che quest'ultima non concorra alla semplificazione della tariffa consentendo che i prezzi esteri siano pure espressi in lire. La struttura della tariffa dovrà avere la maggiore chiarezza e semplicità; le disposizioni di regolamento dovranno essere accessibili alla comprensione non solo del personale ferroviario, ma

Digitized by Google

anche e specialmente del pubblico utente a spese del quale sono formate le tariffe e per il quale esse debbono servire.

Dovendo il lavoro di redazione e di messa in attivazione delle tariffe compiersi in atmosfera di calma ordinata, verranno meno gli inconvenienti sinora lamentati a causa delle pubblicazioni frettolose quanto intempestive e delle febbrili disposizioni emanate per telegrafo. Infine, fermo restando il principio che le tariffe dirette costituiscano per il pubblico un mezzo di trasporto più celere e meno costoso del servizi di rispedizione o di ricarteggio, non è equo che esse cagionino al vettore un onere più o meno grave per rischio di cambio; per cui dovrà essere consentito alle ferrovie di gravare, *nella misura strettamente necessaria*, una piccola percentuale sul tasso di cambio delle valute.

Tostochè questa prima serie di tariffe sarà un fatto compiuto, si potrà, con maggiore preparazione di mezzi, affrontare il problema delle ulteriori relazioni tariffarie dirette con gli Stati situati più oltre, principalmente con la Germania e la Cecoslovacchia con le quali l'Italia ha avuto sempre attivissimi scambi e che rappresentano due sbocchi assai importanti della nostra esportazione agricola.

Quanto all'istituzione di tariffe dirette da e per paesi più lontani, come la Scandinavia o la Polonia o la Russia, ci sarà tempo a riparlarne dopo la pacificazione e la riorganizzazione dell'Europa Centrale ed Orientale.

Roma, ottobre 1923.

Dr. Salvatore Maltese.

Una Società francese di fisica industriale.

Si è formata recentemente a Parigi, sotto il nome di *Società di Fisica industriale*, un aggruppamento destinato a stabilire un intimo contatto fra industriali, tecnici e studiosi in merito a questioni ben determinate e riguardanti soprattutto le industrie del fuoco, o, meglio, tutto quanto tende a un progresso nella produzione, utilizzazione e trasporto del calore.

I mezzi d'azione della Società consistono in:

1° lavori di ricerche, esperienze, missioni, ecc., affidati ad un Comitato tecnico;

2° pubblicazione di documenti, periodici od altro;

3° organizzazione di congressi, conferenze, concorsi, esposizioni;

4° creazione eventuale di un servizio di documentazione e, in generale, uso di altri mezzi che i fatti o le circostanze potrebbero giustificare per raggiungere lo scopo stabilito, come impianto di laboratorî e sovvenzione di ricerche.

Il Congresso internazionale di fonderia.

Questo convegno, tenuto in Francia dal 12 al 15 settembre c. a., ha fornito occasione a notevoli comunicazioni di cui citiamo le principali:

F. Seigle. *Alcuni risultati di prove meccaniche delle ghise, principalmente alla flessione ed al taglio.*

J. Coll. *Revisione dei limiti di lavoro ammissibili per la ghisa.*

Pisek. *L'uso delle leghe come materiali di costruzione per pezzi meccanici colati.*

H. Marquette Lane. *La manipolazione e la preparazione delle sabbie.*

Associazione tecnica di fonderia di Liegi. *Come stabilire il prezzo di costo in fonderia.*

Digitized by Google

Pali in cemento armato centrifugato

Prove di resistenza su pali costruiti dalla Società SCAC di Riva sul Garda eseguite presso l'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato in Roma

(Nota redatta dall'ing. ADOLFO PICARELLI
per incarico dell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato)

È noto il rilevante sviluppo che hanno avuto all'estero, specie in Germania, i pali centrifugati in cemento armato, nelle palificazioni per linee elettriche raggiungendo altezze di 20, 24 e perfino 32 metri e rivaleggiando così con le grandi palificazioni metalliche ordinarie sulle quali presentano vantaggi di economia, manutenzione e durata.

In Italia l'uso di tali tipi di pali non si è ancora molto diffuso, ma essendosi la Società SCAC di Riva messa in grado di produrre correntemente e su larga scala siffatto materiale speciale, si è creduto opportuno, in vista di possibili applicazioni ferroviarie ed a complemento di prove già eseguite nei Politecnici di Torino e Milano, sperimentare praticamente alcuni tipi di pali centrifugati che, come è noto, sono costituiti da una gabbia tubolare di tondini longitudinali di acciaio avvolti all'esterno da due spirali destrorsa e sinistrorsa di filo di ferro crudo, completamente annegate in una camicia di calcestruzzo ottenuta mediante la centrifugazione di conglomerato cementizio. I pali provati vennero messi gentilmente a disposizione della stessa Società costruttrice SCAC che curò anche direttamente, a mezzo dei suoi Ingegneri Montagni e Maroni, l'allestimento dei dispositivi di prova.

Le esperienze vennero eseguite il 25 maggio 1923 sul piazzale dell'Istituto Sperimentale alla presenza di numerosi tecnici delle Ferrovie, dei Telegrafi e di Società Elettriche private, e di esse si riporta una relazione che può interessare gli studiosi del problema delle palificazioni sia nelle grandi linee per trasporto di energia elettrica che in quelle ordinarie per tranvie, telegrafi e telefoni.

Prova a flessione.

a) *Particolari descrittivi.*

Il palo provato a flessione era il tipo Scac *S* 8, analogo per resistenza ed altezza al palo tubolare d'acciaio Mannesmann M - 10 (fig. 1).

L'*S* 8 presenta le seguenti caratteristiche:

Lunghezza totale . .	11	metri;	Interramento normale.	2	metri
Diametro in cima . .	23,5	cm.;	Diametro alla base . .	40	cm.
Spessore alla base . .	8	cm.;	Peso ca.	1600	kg.

Armatura 16 tondini d'acciaio da 20 mm.

Digitized by Google

Il palo *S* 8 era stato preventivamente rizzato in piedi e fissato in un blocco di calcestruzzo leggermente armato, e costituito di una robusta piastra di fondazione, collegata al blocco centrale da sei costole di rinforzo.

Il volume della fondazione in calcestruzzo era di circa 6 mc. In prossimità del livello del terreno, su una faccia, il blocco centrale, presentava due grosse appendici a forma di piastra, sporgenti dal terreno, e serventi di fondazione pel palo provato a torsione, di cui si parlerà in seguito.

Il coefficiente di stabilità al rovesciamento, considerando uno sforzo massimo in cima all'*S* 8 di 5000 kg., era di circa 1. La sollecitazione unitaria alla base era di circa 0,5 kg.-cmq.

Durante la prova non si notò il minimo spostamento della fondazione.

Fig. 1. — Palo *S* 8 - Dispositivo dell'attacco per le prove di flessione.

* * *

A 8 metri dall'incastro il palo *S* 8 presentava un robusto collare, con due perni diametrali, ad uno dei quali era applicata una fune di canape per le prove dinamiche a sbraccio, ed all'altro faceva capo la corda metallica traente (fig. 1).

Tale corda, orizzontale nel suo primo tratto, s'appoggiava ad una prima carrucola posta in testa ad un doppio falcone di legno, debitamente ancorato, scendeva ad una carrucola in basso, si collegava ad un dinamometro, a molla da 60 Ql. e raggiungeva l'argano, solidamente ancorato al terreno (fig. 2).

Con tale sistema di rimando, si sono ottenute delle condizioni ideali di prova, trovandosi in tal modo il palo sollecitato come nelle sue effettive condizioni normali.

Il sistema adottato rispose pienamente; le varie parti erano state calcolate a resistere ad uno sforzo di 50-60 Ql.

b) *Esecuzione delle prove.*

Le prove si iniziarono con alcune sollecitazioni a sbraccio, applicando alla corda di canape citata, una dozzina d'operai.

Il palo, flesso sotto lo sforzo improvviso ritornava perfettamente a posto, senza presentare nella sua compagine nessuna intaccatura.

Digitized by Google

La prova effettiva sull'*S* 8 si svolse sollecitando il palo a sforzi gradatamente maggiori, e ad ogni sforzo, lasciando ritornare il palo nella sua posizione primitiva.

La lettura degli sforzi era fatta al dinamometro: quella delle freccie e delle deformazioni residue ad una asta centimetrata posta alla base del palo; un filo a piombo applicato al collare in testa al palo segnava in ogni momento gli spostamenti.

Si ebbero così i seguenti valori e osservazioni:

Sforzo applicato (kg.)	Freccia (cm.)
1000	15
2100	26
3000	36
4000	47
4600	55
4800	62

Fino alla sollecitazione di 4000 kg. ritornando a zero, non si ebbe che una leggera insignificante deformazione permanente.

Agli sforzi massimi e prima della rottura si ebbe una deformazione residua di soli 7 cm.

Fig. 2. — Dispositivi per la tensione graduale applicata in cima al palo.

La parte compressa, in prossimità dell'incastro, non presentò nessun indizio di intaccatura fino al momento della rottura.

La zona tesa allo sforzo di 3000 kg. cominciò a mostrare delle scrinature trasversali, pressochè parallele ed equidistanti, in prossimità dell'incastro. Coll'aumento della sollecitazione le fessure si resero sempre più visibili, specie in prossimità dell'incastro.

La rottura del palo nella zona compressa all'incastro avvenne sotto uno sforzo in cima di 4800 kg.

La rottura della doppia spiralazione esterna ai tondini, all'incastro, fu la causa prima della rottura del palo. Strappate alcune spirali, per un'altezza di circa 40 cm. in vicinanza dell'incastro, per l'alta pressione alla quale erano sollecitati i tondini in tale zona, questi si piegarono esternamente a ginocchio, mentre il calcestruzzo fortemente compresso, si sgretolò assumendo la caratteristica forma dei provini comuni sollecitati a pressione.

Esaminando il palo, dopo la rottura, nella zona tesa, si notarono, per l'altezza di circa mezzo metro dal suolo, fessure dello spessore di 2-3 millimetri e distanti fra loro 5-10 cm. circa (figg. 4, 5 e 6).

Scrinature più leggere si osservarono fino a due metri dall'incastro e distanti fra loro in media 10 cm. Le fessure si protendevano fino verso la mezzaria del palo.

Digitized by Google

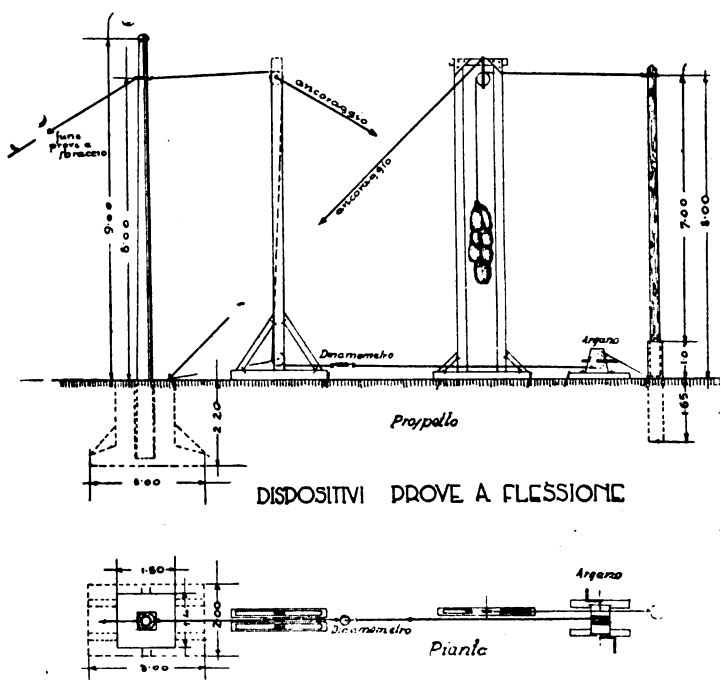



Fig. 3. — Il palo (a sinistra) dopo la rottura alla flessione.

Tagliati i tondini in prossimità dell'incastro e gettato il palo a terra, si potè notare l'ottima conservazione della rimanente parte del palo e la rettilineità del suo asse.

c) *Interpretazione dei risultati delle prove.*

Il problema che si presenta è un caso di presso-flessione. Solo che data la notevole entità dello sforzo di rottura applicato in cima, in confronto al peso verticale, la ricerca grafica dell'asse neutro, risulterebbe graficamente difettosa e difficile, e praticamente il risultato si confonderebbe con quello che si ottiene considerando la flessione semplice.

Riducendo perciò, come è logico, il problema ad un caso di flessione semplice, s'è fatta la ricerca grafica dell'asse neutro, seguendo la norma regolamentare dell'omissione degli sforzi di tensione nel calcestruzzo (figg. 7 e 8).

Il metodo di Mohr dà per momento d'inerzia

$$J = 2.\ a,\ b,\ F_1 = 2 \times 20 \times 10 \times \times 228 = 91200 \text{ cm}^4$$

e le formule del Navier danno le sollecitazioni massime nel beton e nell'acciaio.

La pressione unitaria massima nel calcestruzzo è data da

$$c = \frac{M_y''}{J}$$

e la tensione unitaria massima nell'acciaio da

$$m = 10 \times \frac{M_y'}{J}$$

dove J è il momento d'inerzia della sezione reagente

Fig. 4. — La rottura alla base del palo S 8 vista dalla parte opposta alla direzione della tensione flettente.

Digitized by Google

M il momento flettente sollecitante la sezione

y'' la distanza massima del beton compresso

y' la distanza massima dell'acciaio teso (dall'asse neutro).

Abbiamo dunque:

$$c = \frac{M \times 14,3}{91200} = 0,00016$$

$$M = 0,128\ P \text{ kg.-cm}^2$$

$$m = 10 \times \frac{M \times 21.1}{91200} = 0,0023$$

$$M = 1,84\ P \text{ kg.-cm}^2$$

essendo $M = 800 \times P$

Come abbiamo detto più sopra il palo s'è mostrato perfettamente elastico fino ad uno sforzo di circa 3000 kg.

Fig. 5. — La rottura alla base del palo *S* 8 vista dalla parte della tensione flettente.

I valori delle sollecitazioni agli sforzi ottenuti nelle prove, e secondo la teoria limite svolta più sopra sono perciò i seguenti:

Carico in cima	c	m
1000	128 kg./cm.²	1840 kg./cm.²
2100	269 »	3680 »
3000	384 »	5520 »
4000	512 »	7360 »
4600	589 »	8464 »
4800	614 »	8832 »

Le notevolissime sollecitazioni del beton e dell'acciaio che si sono avute nel periodo in cui il palo si mostrò perfettamente elastico e integro nella sua compagine, ed i valori ottenuti prima della rottura, fanno pensare, oltrechè alle ottime qualità di resistenza che assume colla centrifugazione il calcestruzzo, al sicuro e notevole contributo di resistenza dato dalla doppia spiralazione esterna della quale non si tien conto nel calcolo citato.

Digitized by Google

* * *

Spezzoni dei tondini da 20 mm. costituenti l'armatura del palo *S* 8 furono provati nell'apposito laboratorio dell'Istituto Sperimentale, ottenendo i seguenti risultati.

Carico di rottura	89,3 e 86 kg.-mmq.
Allungamento % su 10 diametri	13,75 e 14

Per le spirali da 3 mm. di ferro crudo del frettage si ebbero in 3 prove gli identici

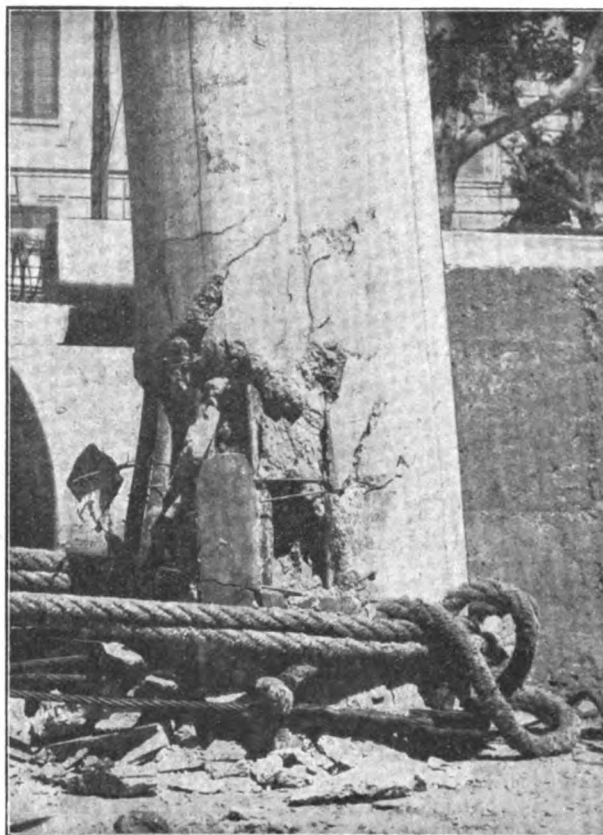



Fig. 6. — La rottura alla base del palo *S* 8 vista di fianco.

valori seguenti:

Carico di rottura	80,5 kg.-mmq.
Allungamento % su 10 diam..	7,5

Prova di torsione.

a) *Particolari descrittivi.*

Il palo Scac *S* 10 (analogo per momento resistente all'incastro, al tipo Mannesmann *M* 10) provato a torsione, presentava le seguenti dimensioni:

Lunghezza totale . . .	m.	12	Lunghezza fuori incastro	10,5	m.
Diametro in cima . . .	cm.	25	Diametro alla base . . .	43	cm.
Spessore alla base . . .	»	8	Peso	2000	kg.

Armatura 18 tondini d'acciaio da 22.

Digitized by Google

Il palo S 10 era stato disposto orizzontale e incastrato al piede in due robuste piastre di calcestruzzo gettato sul posto, e collegate col blocco centrale del palo provato a flessione (fig. 9).

A 1,20 metri dalla cima era applicata una mensola tipo Scac, analoga a quelle

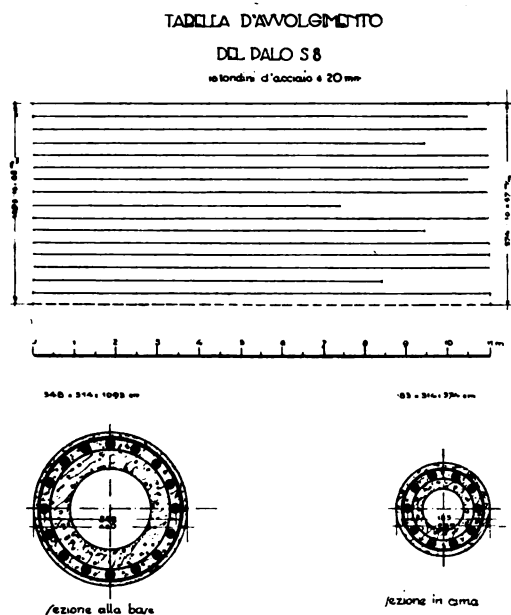



Fig. 7. — Distribuzione delle armature nel palo S 8.

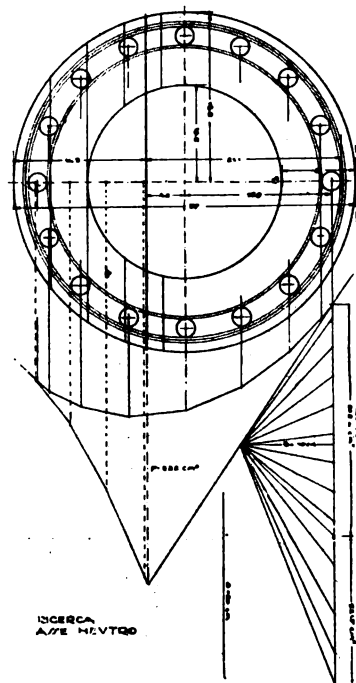



Fig. 8. — Determinazione dell'asse neutro nel palo S 8.

abitualmente usate per le linee di trasporto d'energia. Si presentava composta di due ferri ad U Prof. 8, opportunamente piegati e collegati in cima, e di 2 semicollari di ferro piatto 100 × 8, fortemente stretti al palo da 6 robusti bulloni. Il braccio della mensola era di 1 metro (fig. 10).

Per ottenere la torsione semplice, e non la flesso-torsione, vennero piantati a fianco della mensola, e aderenti al palo, due spezzoni saldamente fissati nel terreno.

In cima alla mensola era applicata la corda traente, e tra questa e la taglia opportunamente ancorata, un dinamometro tubolare a molla della potenza di 1500 kg.

Fig. 9. — Prova di torsione di un palo S 10.

Digitized by Google

b) *Esecuzione e interpretazione dei risultati della prova.*

In un primo tempo si potè giungere ad un tiro di 1350 kg. ; aumentando lo sforzo, la mensola cominciò a ruotare e a deformarsi leggermente.

In prossimità dello sforzo ora citato si notarono a fianco della mensola dalla parte dell'incastro del palo, due leggere scrinature parallele ed inclinate circa 45° rispetto alla direzione del tiro.

Spostando il tiro nella direzione opposta, per far riprendere alla mensola la sua posizione normale, si raggiunsero i 1200 kg. e si ebbe anche in tale prova la formazione di leggerissime scrinature, analoghe a quelle sopracitate, ma in senso opposto.

Riprendendo il tiro nella direzione di prima si arrivò ad uno sforzo di 1500 kg. (kgm. 1500) indi la mensola cominciò nuovamente a ruotare. A tale sforzo di trazione non si notarono che le due scrinature citate in principio e caratteristiche nelle prove a torsione. Non si potè così raggiungere lo stritolamento del calcestruzzo per torsione causa la rotazione della mensola.

Fig. 10 — Mensola di 1 m. applicata al palo *S* 10 per la prova di torsione.

* * *

Nella zona sollecitata il palo presentava le seguenti dimensioni:

Diametro esterno . . . . $2\ R = 27$ cm.
» interno . . . . $2\ r = 15$ cm.

Il calcolo della tensione unitaria massima nel beton si fa colla nota formula:

$$\max = \frac{M\ R}{J_p}$$

dove

$$R = 13{,}5 \text{ cm.}; \qquad r = 7{,}5 \text{ cm.}$$

$$J_p = \frac{\pi}{2}(R^4 - r^4) + 10 \times 10 \times 3{,}8 \times 10{,}5^2 = 89073 \text{ cm}^4$$

essendo 10 il numero dei tondini nella sezione sollecitata, e 3,8 cm² la superficie di un tondino (22 mm.).

Sostituendo avremo:

$$\max = M \times \frac{13{,}5}{89073} = 0{,}000151\ M$$

ed essendo $M = 100\ P$ sarà

$$\max = 0{,}0151\ P$$

Digitized by Google

Al primo sforzo di 1200 kg. (momento di torsione di 1200 kgm.) al quale non si notarono deformazioni speciali, si ebbe perciò una sollecitazione unitaria nel beton di:

$$0{,}0151 \times 1200 = 18{,}12 \text{ kg.-cmq.}$$

ed a 1350 kg., al quale si notarono le due leggere scrinature citate:

$$0{,}0151 \times 1350 = 20{,}39 \text{ kg.-cmq.}$$

Tenendo per base i risultati ottenuti dal prof. Guidi nella prova analoga di torsione eseguita al Politecnico di Torino nel giugno del 1922, si sarebbe dovuta raggiungere

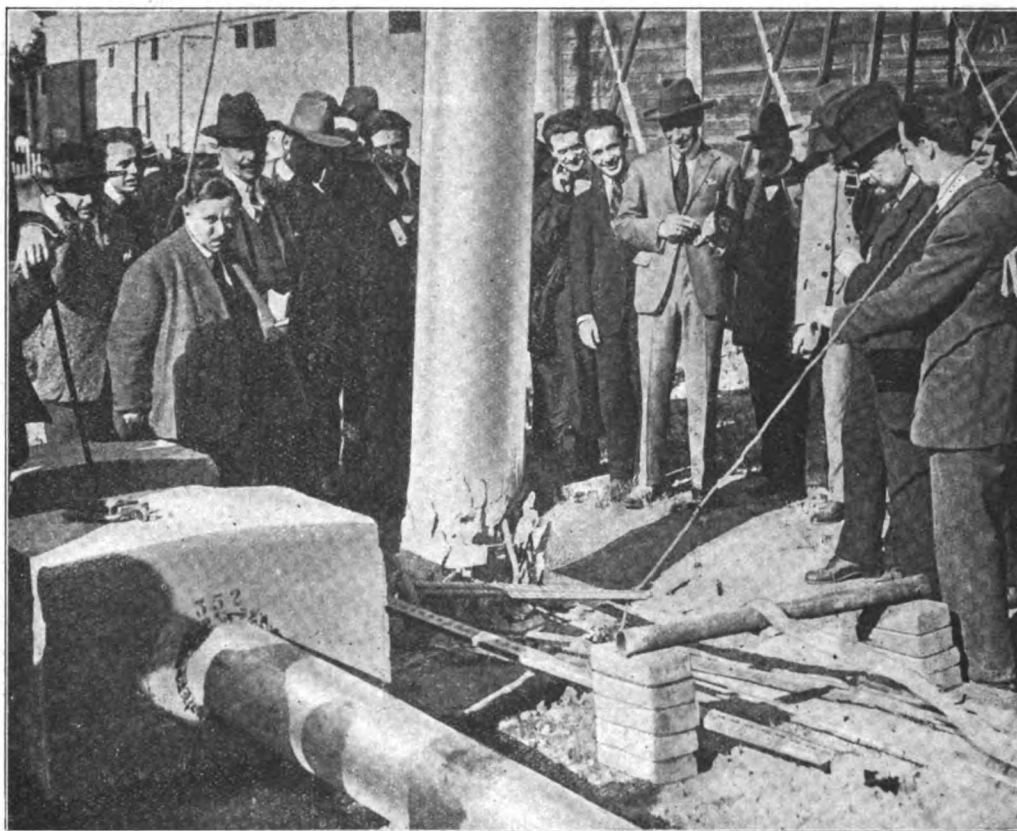



Fig. 11. — Prova di flessione di un palo da m. 6,50.

la rottura del palo (sempre quando la mensola fosse stata indeformabile e impossibilitata a ruotare) sotto uno sforzo torcente di 2100 kg. circa. La rottura si sarebbe naturalmente limitata alla zona di palo accanto alla sezione sollecitata.

La possibilità di ruotare della mensola oltre un certo sforzo, rappresenta indubbiamente un vantaggio notevole per tali tipi di pali. Mentre ne è garantita la sua immobilità sotto sforzo inferiore a quello ora citato, necessaria nelle operazioni di montaggio, la rotazione della mensola sotto un tiro notevole, quale quello prodotto dallo strappo d'un conduttore, garantisce sia la mensola che il palo, sollecitati per tale fenomeno, ad uno sforzo assai ridotto, che non li intacca menomamente sulla loro compagine.

Da ciò una maggiore sicurezza d'esercizio fattore oggi molto importante.

Digitized by Google

PROVE MINORI.

a) Prova di flessione su di un palo Scac da 6,50 m.

Apparteneva ad una serie di pali da 6,50-9,50 m. appositamente costruita per lo Istituto Superiore Telegrafico e Telefonico di Roma.

Presentava le seguenti dimensioni:

Lunghezza totale 6,50 m; Lunghezza fuori incastro 5,50 m.

Diametro in cima 16 cm; Diametro in fondo 26 cm.

Spessore alla base 4,5 cm; Armatura 10 tondini da 10 mm.

Infilato colla sua base, nel vano tubolare del palo *S* 10 provato a torsione, per una lunghezza di 1 metro, venne provato a flessione semplice, mediante una taglia applicata in cima, con interposto dinamometro a molla (fig. 11).

La rottura all'incastro (zona compressa) si ebbe per uno sforzo in cima di 750 kg. Prima di tale fase si ottennero le seguenti freccie;

a 600 kg. in cima, 55 cm.
a 650 kg. in cima, 68 cm.
a 750 kg. in cima, 95 cm.

Fig. 12. — Rottura, alla base, del palo da m. 6,50 per flessione.

Nella zona tesa si osservarono tre fessure diametrali notevoli fino a 20 cm. dall'incastro, scrinature leggere, pressochè parallele, distanti fra loro dai 10 ai 20 cm. fig. 12).

Nella zona compressa, rottura delle spirali formanti il frettage esterno e conseguente piegamento dei tondini all'esterno, con una lunghezza libera di flessione di circa 15 cm.

Tre campioni del ferro crudo delle spirali esterne, provati nel laboratorio dell'Istituto Sperimentale, diedero un carico di rottura di 71,5 kg./mm² ed un allungamento percentuale su 10 diametri di 6,5.

Il palo provato presentava nella sezione d'incastro un momento resistente

$$W = 45 \text{ cm}^3$$

b) Prova di resistenza su di un tubo di fondazione per pali di legno tipo Scac.

È noto come — specie all'Estero — da tempo si studi il sistema migliore per prolungare la vita dei pali di legno, che particolarmente in talune zone, hanno brevissima durata, causa l'infracidirsi della zona d'incastro, per l'azione degli agenti atmosferici e dell'umidità del terreno.

Digitized by Google

I sistemi adottati finora si sono mostrati quasi sempre insufficienti allo scopo, ingombranti, talvolta pesanti, costosi, difficilmente maneggevoli.

La SCAC ha per tale scopo ideato un tubo centrifugato leggermente armato, dello spessore di 5 cm. del diametro interno di 30 cm. lungo 2,65 m., di cui 1.65 m. da interrarsi, ed un metro fuori terra. In prossimità dell'incastro, internamente, il tubo cilindrico presenta due ferri piatti incrociantisi e sagomati in modo da dar appoggio alla base del palo di legno, rozzamente sagomato. Due piccole aperture diametrali nello spessore del calcestruzzo, facilitano l'aereazione dell'interno del tubo (fig. 13).

In vicinanza della sommità del tubo, tre grosse viti con testa piatta verso l'interno disposte a triangolo equilatero, sono girevoli in impanature preventivamente disposte nel calcestruzzo.

Agendo dall'esterno su tali viti si può centrare il palo di legno disposto in precedenza.

In tal modo il palo di legno trova in tutta la sua parte inferiore, quattro punti d'appoggio alla base e tre all'incastro e per la rimanente superfice, cioè per la quasi sua totalità, rimane completamente isolato, e l'acqua non può così trattenersi; tale tipo di fondazione dovrebbe servire sopratutto per palificazioni telegrafiche e telefoniche ed eventualmente per trazione elettrica. È da notarsi che con tale sistema si salverebbero tutti quei pali di legno in istato di profondo deterioramento all'incastro che dovrebbero essere sostituiti.

Fig. 13. — Fondazione sostegno tubolare per pali di legno.

Il palo deteriorato, tagliato all'incastro, potrebbe essere infilato nel tubo di fondazione centrifugato piantato accanto, o nello stesso posto, senza obbligare ad alcuna interruzione d'esercizio.

* * *

Nella prova di resistenza eseguita allo Sperimentale, si usò un tubo Scac, della lunghezza già citata, con infilato un palo di castagno lungo 8 metri. (Vedere nella fig. 1 a destra il palo sotto carico di flessione).

Dalla cima di questo partiva orizzontalmente una corda metallica, applicata ad un collare, e passante su d'una carrucola sostenuta da un falcone di legno a portale. In basso, ad una catena, venivano appesi gradatamente sacchi di sabbia del peso di 50 kg.

Nel tipo di tubo provato il fissaggio alla sua cima, del palo di legno, era ottenuto con 3 cunei di legno duro, disposti a triangolo equilatero. Lo sforzo al quale veniva assoggettato il palo di legno era sopportato da due cunei di legno, per cui una sola terza parte della sezione del palo era direttamente provata. La rottura si ebbe sull'orlo superiore del tubo, nella direzione del tiro, e per uno sforzo in cima di 500 kg. circa.

Digitized by Google

Sforzi laterali nel binario - Resistenza dell'armamento in curva

La terza tappa degli studi americani sulla resistenza del binario

(Ing. N. GIOVENE)

1. – I lavori pubblicati dal Comitato americano per lo studio degli sforzi nei binari di ferrovie non hanno finora avuto, sopratutto in Europa, la larga diffusione che avrebbero meritato; tanto che la rivista americana *Engineering News-Record* dell'8 marzo u. s. ha trovato opportuno, nel dar conto della terza relazione progressiva di quel Comitato, di riassumere le prime due, apparse rispettivamente nel marzo 1918 e nel febbraio 1920. Il periodico inglese *Railway Engineer* segue la stessa via nel numero del maggio c. a., con un riassunto brevissimo; e il *Génie Civil* solo recentemente, nel fascicolo del 6 ottobre 1923, dedica una nota informativa a questi studi di oltre Atlantico.

Per la verità, noi fummo tra i pochissimi a segnalare a tempo e con qualche ampiezza le prime due relazioni, facendo gli opportuni confronti con i risultati degli studi, in prevalenza teorici, prima avutisi in Europa sullo stesso argomento, e ponendo sopratutto in luce la mole e l'indirizzo sperimentale del lavoro americano. E perciò ora riduciamo al minimo il richiamo ai precedenti, rimandando a quanto abbiamo già pubblicato [1] il lettore desideroso di particolari.

2. – La terza relazione, che costituì uno dei numeri più interessanti dell'ultimo Congresso annuale tenuto dalla *Società americana degli ingegneri civili* a New-York, è fondata su ben 470.000 letture, e cioè su un numero maggiore di quelle registrate per le prime due relazioni.

Riferisce circa prove sul binario retto e in curva. Prove intese a studiare in rettifilo: l'effetto della contrappesatura negli assi accoppiati delle locomotive; l'effetto della velocità; l'azione combinata di questi due fattori; il momento flettente laterale e gli sforzi nella rotaia. E in curva: l'azione generale esercitata dalla locomotiva che percorre il binario; il valore degli sforzi flettenti verticali nella guida ed i carichi verticali corrispondenti che li producono, paragonati ai carichi normali; i momenti flettenti laterali e gli sforzi sotto le diverse ruote; lo spostamento dalla curva di tracciato; l'effetto generale della velocità, della curvatura e della sopraelevazione.

Le locomotive adoperate nelle prove furono 13, appartenenti ad 8 tipi distinti. Le caratteristiche dei binari impegnati risultano dal prospetto che segue:

[1] Per la prima relazione, vedi l'articolo « *Studi americani sulla resistenza del binario* » in questo periodico maggio 1919, pag. da 168 a 182. Per la seconda relazione, vedi l'altro articolo « *Nuovi studi americani sulla resistenza del binario* » puro in questo periodico, dicembre 1920, pag. da 205 a 219.

Digitized by Google

Andamento planimetrico	Peso approssimato a m. l. della rotaia in Kg.	Anno di posa	Interasse delle traverse in mm.	Pendenza ‰	Sopra-elevazione rotaia esterna in mm.	Velocità di sopra-elevazione in Km. all'ora
Rettifilo	45	1917	457	— 14	—	—
Curva di raggio m. 291	45	1917	457	— 11,8	119	56
» » » » 175	45	1920	483	— 10,2	119	43
Rettifilo	42	1906	508	orizz.	—	—
Curva di raggio m. 175	45	1920	533	orizz.	51	27
Rettifilo	52	1915	559	— 5,5	—	—
Curva di raggio m. 437	52	1919	559	— 6,3	94	59,5
» » » » 291	50	1914 1915	559	— 8,4	216	74
» » » » 233	52	1919	508	orizz.	163	58
» » » » 175	45	1921	559	20	112	42
» » » » 175	45	1920	457	18	137	46
» » » » 250	45	1914 1919	508	orizz.	94	45
» » » » 125	42	1903	483	orizz.	97	32

3. – Degli apparecchi e metodi di prova adottati già demmo notizia a proposito della prima relazione per indicare le basi concrete dei primi risultati raggiunti; e perciò ora, essendo apparecchi e metodi fondamentali rimasti immutati, ci limitiamo a porre in evidenza i risultati più notevoli, cioè quelli che si presentano con carattere di maggiore generalità o novità o che si traducono in cifre semplici, sempre utili per dare un'orientazione nella pratica, purchè si tengano ben presenti le condizioni in cui furono ottenute.

Le prove in rettifilo, sebbene destinate a fornire una base di confronto diretto con le prove in curva, danno pure notevoli informazioni supplementari a quelle già note, sopratutto circa l'effetto della velocità e della contrappesatura con diversi tipi di locomotive.

Non mancarono esperienze per determinare il noto modulo u di elasticità del binario, in modo da calcolare — in base al metodo di analisi già accettato — gli sforzi sotto i carichi d'asse statici nominali e paragonarli con gli sforzi misurati alla velocità di 5 miglia (km. 8) all'ora: le differenze risultarono in genere poco importanti, e quando raggiunsero valori notevoli, vennero attribuite alla differenza tra distribuzione effettiva e distribuzione teorica del carico fra gli assi.

A proposito della contrappesatura, prescindendo da ogni discussione sulla coincidenza dello sforzo massimo con una posizione o l'altra del contropeso, fissiamo qualche elemento numerico. In valore proporzionale, l'effetto della contrappesatura alle più alte velocità adottate come normali non supera il 30 a 40 % dello sforzo medio che si verifica nella rotaia a 5 miglia (km. 8) all'ora. Ora il 30 % non si può considerare eccessivo e la sola questione importante è di sapere fino a qual punto le velocità di orario

Digitized by Google

possano venir superate: sembra che un aumento di velocità del 25 % accrescerà l'effetto della contrappesatura del 56 % del valore originario e che un eccesso del 41 % potrà finanche raddoppiarlo.

L'aumento generale degli sforzi che si verifica nella guida sotto gli assi accoppiati esclusivamente in conseguenza del crescere della velocità varia dal 15 al 27 %. Sotto ciascuno degli assi l'aumento è compreso tra il 24 e il 30 %. Questo è un risultato che comprende tutte le locomotive, ad eccezione dei tipi *Prairie* (1-3-1) e *Santa Fé* (1-5-1) leggeri.

Per l'effetto combinato della velocità e della contrappesatura, si ha, con la medesima eccezione, un aumento *totale* di sforzo nella rotaia che sta fra il 30 e il 53 %, laddove il massimo aumento sotto ogni asse si può ritenere compreso fra il 43 e l'80 %. Gli sforzi nella rotaia hanno raggiunto al massimo in valore assoluto da 20 e 29 mila libbre per pollice quadrato (kg. 14 a 20 per mm.^{2}).

Nella prima relazione era in genere constatato il fatto che la guida deve anche resistere a un certo valore di momento trasversale ed erano indicati i valori massimi per la deviazione orizzontale in corrispondenza degli assi (3 centesimi di pollice = mm. 0,75) e per il rapporto tra gli sforzi ai lembi esterno ed interno della suola (3). Su questo punto gli ultimi esperimenti aggiungono nuove informazioni: lo sforzo al lembo esterno della base supera molto spesso del 33 e più per cento lo sforzo medio nella suola; in pochi casi questo eccesso è del 50 %. Molto meno di frequente fu trovato al lembo interno uno sforzo maggiore per il 33 % di quello medio.

4 – Nello studio sul modo di comportarsi del binario in curva si fece spesso riferimento alla somma degli sforzi per ciascuna rotaia, allo scopo di istituire confronti ed esaminare nell'insieme l'azione della locomotiva sul binario. Ciò sembra lecito sebbene gli sforzi nella rotaia non siano esattamente proporzionali ai carichi, quando il medesimo peso complessivo è diversamente distribuito tra gli assi e tra le due fughe del binario, poichè se queste differenze non sono grandi, la somma degli sforzi provocati in ogni rotaia dall'azione complessiva di tutti gli assi non varierà praticamente molto per differenti distribuzioni del carico.

Alle velocità più basse la divisione dello sforzo tra le due fughe concorda molto da vicino con quella calcolata in base a inclinazione del binario e forza centrifuga, come nei casi seguenti:

loc. tipo Pacific (2-3-1) su curve di raggio m. 437 e 233

loc. tipi Mountain (2-4-1) e Santa Fé (1-5-1) su curve di raggio m. 291 e 175.

Come anomalie sperimentali inspiegabili sono considerati il modo di comportarsi della loc. Mikado (1-4-1) su curva di m. 437 di raggio e quello della loc. Pacific (2-3-1) su curva di m. 175 di raggio. Nel primo caso i rapporti tra gli sforzi nelle due guide son risultati più vicini all'unità dei valori calcolati; nel secondo sono stati diversi da uno per una quantità che è circa doppia dei rapporti calcolati.

Per le velocità più elevate, superiori a quelle corrispondenti alla sopra-elevazione, sono state trovate differenze anche maggiori.

L'aumento di sforzo nella rotaia interna sotto alcuni assi accoppiati è massimo a bassa velocità; ma a velocità due terzi di quella corrispondente alla sopraelevazione si hanno spesso aumenti di sforzo che raggiungono dal 75 all'85 % di quello trovato a basse velocità. Alle velocità più alte, lo speciale aumento per un determinato asse

Digitized by Google

svanisce e la distribuzione degli sforzi è in genere identica a quella che si calcolerebbe in base all'inclinazione trasversale del binario ed alla forza centrifuga: soltanto sotto il primo asse accoppiato si ha nella fuga esterna uno sforzo flettente verticale molto elevato alle alte velocità.

Quando poi si consideri la locomotiva nel suo insieme, si può dire che su tutte le curve il rapporto tra media degli sforzi flettenti verticali per le varie ruote nella fuga esterna e media analoga nella fuga interna si uniforma a quanto risulterebbe dal calcolo, tenuto conto dell'inclinazione del binario e della forza centrifuga.

Il risultato evidente dello studio degli sforzi flettenti verticali su binario in curva è la variabile distribuzione del carico fra gli assi accoppiati e in particolare il grande aumento dei carichi per alcuni assi oltre ogni prevedibile valore. Questi carichi elevati si verificano principalmente nella fuga interna e sono più notevoli a bassa velocità, sino a raggiungere un eccesso del 100 % rispetto al valore normale. Essi producono alti sforzi nella rotaia, ma di maggior rilievo risultano le elevate pressioni nel contatto tra guida e cerchione. La concentrazione di carico che ne deriva è notevolmente più alta, sotto alcune ruote, di quanto l'ordinaria analisi farebbe prevedere, e a spiegare un tal fatto si spera potrà giovare uno studio esauriente sull'azione dei *bilancieri* e delle molle sul binario in curva.

5. – Per lo studio della flessione laterale in curva, si è determinato la metà della differenza tra gli sforzi ai due lembi della suola, adoperando il segno + se la sollecitazione tende ad aumentare la curvatura della guida e il segno —— nel caso opposto. Tanto l'uno quanto l'altro segno si applicano ad ambedue le fughe.

Sotto gli assi del carrello anteriore la flessione laterale è risultata sempre positiva nella rotaia esterna e quasi sempre positiva anche nella rotaia interna. Ciò è vero a tutte le velocità ed indica che i bordini delle ruote esterne del carrello hanno sempre una parte importante nel cambiare la direzione della locomotiva lungo le curve.

Per le macchine con semplice *rotino*, cioè con un solo asse portante anteriore, la flessione laterale della rotaia esterna sotto il primo asse accoppiato è positiva a tutte le velocità, con l'eccezione del tipo Mikado (1-4-1) sulla curva di 291 metri di raggio e sopraelevazione di 216 mm. Per le locomotive con carrello anteriore, invece, la flessione in corrispondenza del primo asse accoppiato è generalmente negativa alle velocità basse, divenendo positiva ad una velocità più alta, con l'eccezione che essa rimane negativa nel caso della macchina tipo Pacific (2-3-1) sulla curva di 233 metri. L'asse accoppiato posteriore dà una flessione laterale positiva nella fuga esterna a tutte le velocità, con eccezione della Pacific su curva di m. 437 a 8 km. all'ora. A basse velocità tutti gli altri assi accoppiati danno generalmente flessioni negative in entrambe le fughe interna ed esterna, tendendo a raddrizzare la rotaia. Un aumento di velocità produce:

a) un aumento di flessione laterale nella guida esterna, abbassando il valore dello sforzo laterale flettente, se la flessione è negativa e aumentandolo se è positiva;

b) una diminuzione di flessione nella rotaia interna, abbassando il valore numerico dello sforzo, quando il momento è negativo e accrescendolo nel caso opposto.

Quando si combinano insieme gli sforzi dovuti alla flessione laterale ed a quella verticale, la risultante può riuscire molto grande; e ciò perchè gli alti sforzi di flessione laterale generalmente corrispondono alle ruote che danno elevati sforzi flettenti verti-

Digitized by Google

cali, molto più grandi di quelli sviluppati su binario rettilineo. Così, p. es., al lembo esterno della suola della rotaia interna su una curva di 175 metri di raggio sotto il quarto asse della locom. Santa Fé (1-5-1) a 8 km. all'ora, lo sforzo è risultato la somma di 16,5 e 20,5 cioè 37 kg. per mm.², come media di un gran numero di percorsi. Non sono mancati valori maggiori sino a 52,7 kg. per mm.² In genere si può dire che gli sforzi flettenti laterali si elevano dal 40 al 100 % di quelli verticali sotto la stessa ruota.

L'effetto generale che si verifica su una curva è un'intensa flessione laterale provocata da tutta la locomotiva che tende a spingere le traverse e la massicciata prima da un lato e quindi dall'altro e a deformare la curva. Il rapporto tra momento flettente laterale nella rotaia interna sotto il quarto asse accoppiato di tre locomotive tipo Santa Fè ai momenti flettenti verticali sviluppati nello stesso tempo raggiunse in media 0,16 alla più bassa velocità su curve di m. 175, laddove in rettifilo era risultato 0,04.

Siccome il modulo di sezione della rotaia rispetto all'asse neutro verticale è soltanto un quinto circa di quello rispetto all'asse orizzontale, gli sforzi flettenti laterali sono relativamente grandi in paragone ai momenti flettenti laterali.

L'effetto flettente laterale su una curva di 175 metri di raggio sotto il quarto asse della citata loc. Santa Fè è, in media, almeno quattro volte il valore trovato in rettifilo.

6. – L'effetto della contrappesatura sugli sforzi nella guida è in curva molto più variabile che in rettifilo. Un interessante risultato dello studio dei dati è che, sotto un certo numero di ruote, gli sforzi al lembo esterno della rotaia mostrano un effetto accentuato della contrappesatura, laddove quelli al lembo interno non mostrano quasi alcun effetto analogo.

Gli sforzi flettenti laterali nella fuga interna sono molto grandi a velocità basse Alla velocità corrispondente alla sopraelevazione il più alto sforzo flettente nella guida interna può non differire grandemente dal più alto sforzo trovato nella rotaia esterna.

Quando una forza laterale è applicata al fungo della guida e la suola è tenuta fissa, interamente o in parte, c'è da attendersi una flessione del gambo e una deviazione del fungo verso l'esterno o l'interno rispetto all'asse originale della sezione di guida. Furono infatti trovati valori misurabili da 0 a mm. 0,41 ed i valori più alti in corrispondenza delle curve più strette.

A basse velocità, gli incurvamenti furono maggiori nella rotaia interna e disposti verso l'esterno del binario. Il senso dell'incurvamento nella guida esterna non sempre corrispose al carattere degli sforzi osservati nella suola.

7. – In sostanza la terza relazione progressiva del Comitato americano riesce interessante in quanto fornisce un notevole contributo di risultati sperimentali per lo studio di due punti:

a) l'effetto degli sforzi laterali su l'armamento così in rettifilo come in curva;

b) la resistenza complessiva del binario in curva.

Lo studio di questi argomenti non è del tutto nuovo: tuttavia è ora condotto con tale larghezza di mezzi e razionalità di indirizzo e si conclude con un così gran numero di risultati concreti che sembra opportuno un paragone con quei pochi e frammentari risultati che per diverse vie erano stati in precedenza acquisiti.

Per un confronto esauriente non si potrebbe certo prescindere dalle condizioni a cui i recenti e i primitivi elementi si riferiscono: condizioni costruttive del binario e della locomotiva; velocità limiti; ed anche maggiore o minore esattezza e sensibilità

Digitized by Google

degli apparecchi adoperati, nel caso di paragone fra risultati ambedue sperimentali. Ma un paragone del genere non è certo possibile per una difficoltà d'indole preliminare: perchè i risultati vecchi e nuovi sono dati in forme essenzialmente diverse.

Sugli sforzi laterali avemmo occasione, pochi anni fa, di intrattenerci di proposito [1] nel riferire le esperienze condotte da Giorgio Fowler su binari in rettifilo ed in curva, interpretandone i risultati anche in relazione ai principii già ammessi ed ai valori già adottati. Ed allora formulammo l'augurio, fortunatamente avveratosi, che, a quelle del Fowler, seguissero nuove e più larghe serie di esperienze per la misura diretta degli sforzi laterali nell'esercizio corrente.

L'Engesser riteneva che l'azione orizzontale vari con la velocità, restando compresa nei casi ordinari tra 0,15 e 0,25 del carico per ruota; il Goering valutava la pressione orizzontale media come del 50 % dello stesso carico e la massima del 75 %. Le misure del Fowler nulla dissero dell'azione individuale di ogni ruota, ma diedero invece, in varie condizioni, lo sforzo totale prodotto dalla macchina, che è l'elemento veramente utile per esaminare le condizioni di resistenza sia degli attacchi della rotaia agli appoggi sia delle travate a sostegno del binario.

Mostrammo allora perchè le cifre trovate dal Fowler in rettifilo risultano molto basse rispetto a quelle che si avrebbero applicando i minimi coefficienti 0,15 e 0,25 a metà del peso della macchina e riassumemmo tutti i risultati numerici da lui trovati in rettifilo costruendo un grafico che ci consenti di formulare due conclusioni di interesse pratico:

1° *l'azione* orizzontale complessiva della locomotiva non supera l'ottavo del suo peso;

2° *su binario* normale quest'azione non supera il 7,5 per cento del peso della macchina.

Le nuove determinazioni americane, come per i carichi verticali, pure per le azioni orizzontali forniscono direttamente lo sforzo per unità di superficie che esso producono nella sezione della rotaia, cioè l'effetto ultimo che interessa considerare per la resistenza della rotaia e che permette di tener conto implicitamente di tutte le condizioni reali di struttura e di sollecitazione del binario. Attraverso una serie opportuna di prove riesce così possibile di misurare direttamente lo sforzo interno che nella condizione più sfavorevole si produce nella fibra più cimentata del metallo e quindi studiare le condizioni effettive in cui lavora la guida, rendendosi indipendenti da ogni discutibile e più o meno complicato procedimento di calcolo, che comunque sarebbe necessario per passare dalla forza applicata alla sollecitazione interna.

L'importanza della misura diretta degli sforzi interni è tanto maggiore in quanto che i lavori del Comitato americano, deliberati nel 1913 con l'appoggio degli stabilimenti siderurgici e delle compagnie ferroviarie dopo i molti svii dovuti a rottura di rotaie, ebbero appunto lo scopo precipuo di stabilire l'entità degli sforzi che si verificano nelle guide per poter procedere con cognizione di causa ad aumentarne il peso e migliorarne il metallo.

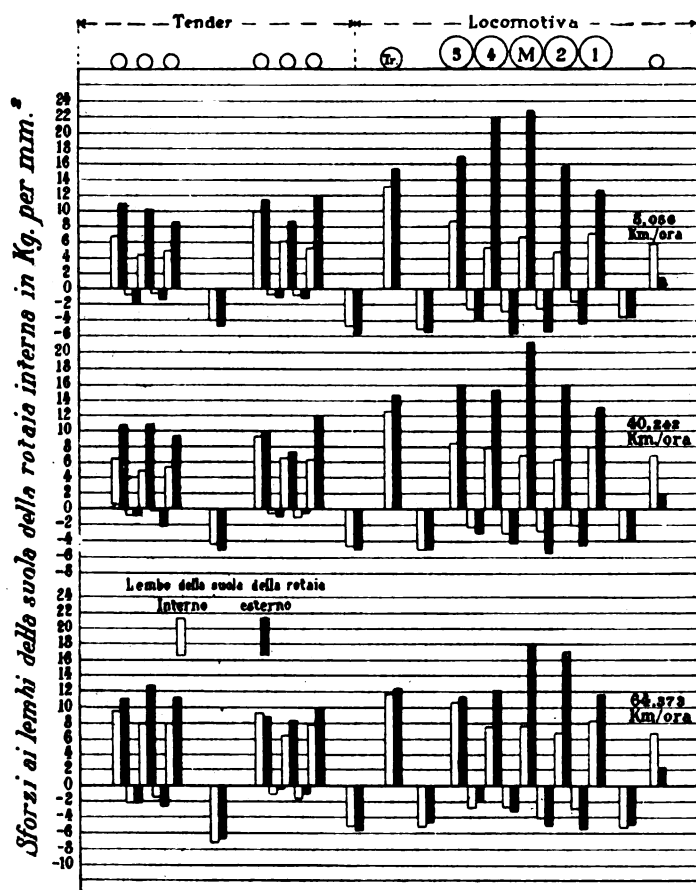
8. – Quanto al binario in curva, il Fowler si occupò della sola rotaia esterna e

[1] Vedi il numero doppio marzo-aprile 1917 di questa rivista, da pag. 161 a pag. 177 per l'articolo *Sugli sforzi laterali nel binario.*

Digitized by Google

tracciò le linee degli sforzi laterali esercitati da ciascun asse della locomotiva alle varie velocità con la condizione che per ogni velocità la somma delle loro ordinate eguagliasse l'ordinata della curva somma, già opportunamente tracciata come linea media dei risultati sperimentali. Egli si servì di questa curva per avere una guida nel tracciare le linee elementari degli sforzi esercitati dai singoli assi.

Alla somma trovammo allora utile riferirci anche noi per studiare in un caso particolare quanta parte negli sforzi ultimi fosse dovuto alla forza centrifuga residua, cioè alla forza centrifuga originaria diminuita della forza centripeta prodotta dalla sopraelevazione, e per trovare un valore del limite superiore di queste azioni orizzontali, da utilizzare nei calcoli di resistenza delle opere metalliche.

Nelle ultime misure americane si è ricorso bensì alla somma degli sforzi interni per esaminare nell'insieme l'azione della locomotiva sulle due fughe rendendosi indipedenti dalla variabile distribuzione del carico tra i diversi assi; ma soltanto per gli sforzi prodotti dal carico verticale. Quanto a quelli causati dalle azioni laterali, si è determinato l'effetto individuale di ciascun asse su ambedue le fughe per studiare il modo di comportarsi dei diversi tipi di rodiggio alle varie velocità, tenuto conto di quella corrispondente alla sopraelevazione; e ciò come si vede nel caso dello schema qui riprodotto.

Sforzi ai lembi della suola della rotaia interna su curva di m. 291.

Rotaia da Kg. 45 per m. l. — Locomotiva tipo Santa Fè (1-5-1)
Velocità di sopraelevazione Km. 56 all'ora

E su questo punto, di sommo interesse per la circolazione della locomotiva in curva, la terza relazione americana dà indicazioni molto utili e di ben altra attendibilità di quelle, poche e scarsamente documentate, ricavabili dai grafici del Fowler, i quali d'altra parte si riferivano esclusivamente alla fuga esterna, trascurando del tutto l'altra.

Anche molto utile e di immediato interesse pratico riesce l'indagine sugli effetti del sovrapporsi della flessione laterale a quella verticale in curva, e sul notevole sforzo che può produrre un momento flettente laterale anche modesto in confronto a quello verticale, a causa del valore esiguo che ha il modulo di sezione della rotaia rispetto all'asse verticale in confronto a quello rispetto all'asse orizzontale.

Digitized by Google

Quest'ultima indagine ci fa apparire molto infondata l'affermazione fatta al Congresso ferroviario di Berna nel 1910 dal relatore tedesco Rosche, quando dichiarò che gli « sforzi laterali sono deboli ed inoffensivi se si paragonano alle sollecitazioni verticali ».

9. – Quando si esamina il contributo che il Comitato americano va apportando nello studio di alcune questioni particolari, per quanto esse stesse molto complesse, circa la resistenza degli armamenti, se ne deve riconoscere sempre più tutta l'importanza rispetto agli studi precedenti in materia.

Ma ciò che resta sempre difficile è la sintesi di una mole di lavoro sperimentale così vasta, che si va ulteriormente allargando per via ed ha indirizzo tanto diverso da quello seguito finora. Sintesi, del resto, che appunto per la larghezza crescente del campo d'indagine non riesce possibile, allo stato delle cose, di tentare, nemmeno ai tecnici americani che deliberarono questi studi e li curano con passione.

Mentre, quindi, la mancanza e la difficoltà di tale sintesi spiega la mancata diffusione degli studi americani in Europa [1], dove questi problemi si erano considerati finora con eccessivo semplicismo teorico, d'altra parte l'importanza innegabile dei risultati già raggiunti su punti particolari deve ormai convincere che ne è necessario un esame approfondito per utilizzarli sin da ora in quello che hanno di nuovo e vitale.

Costituzione del Comitato Italo-Svizzero per la navigazione interna.

Il Comitato che venne costituito il 29 settembre presso il Sindaco di Milano con l'intervento delle Rappresentanze degli Enti e delle Associazioni Tecniche Italiane e Svizzere, ha lo scopo di procedere agli studi per la soluzione definitiva della regolazione delle acque dei Laghi Maggiore e di Lugano e per la creazione di una via di trasporti internazionale misti per ferrovia e per via d'acqua dal Reno (Basilea) al Lago dei Quattro Cantoni, al Lago Maggiore, all'Adriatico per Milano ed al Tirreno per Torino.

Dopo cordiali parole di saluto del Prof. Ing. Cesare Chiodi a nome del Comune di Milano, del R. Commissario di Venezia Prof. Giordano, Presidente della Federazione di Navigazione Interna, e dell'Ing. Alessandro Bonzanigo di Bellinzona, Presidente della Delegazione Svizzera, l'Ammiraglio Arcangeli riferì con elaborata relazione sui preliminari dell'odierno Convegno.

Approvate le norme direttive sugli scopi e sul funzionamento del Comitato, si procedette dagli intervenuti alla nomina dell'Ufficio di Presidenza che avrà sede in Milano e che risultò costituito dai Signori:

Presidenti: Bonzanigo Ing. Alessandro Carlo di Bellinzona e Chierichetti Ing. Carlo di Milano – Membri di Presidenza i Signori: Anselmi Avv. Giorgio di Torino – Arcangeli Ammiraglio Luigi di Rovigo – Bolla Avv. Arnaldo di Bellinzona – Luchinger Ing. Giacomo di Zurigo – Segretari i Signori: Beretta Dott. Mario di Milano – Jäggli Prof. Mario di Bellinzona.

L'ufficio, riunitosi, ha senz'altro proceduto alla nomina di una Commissione Tecnica e di una Commissione Finanziaria e ha inviato telegrammi di omaggio al Consiglio Federale Svizzero ed al Presidente del Consiglio Mussolini.

La cordialità alla quale si ispirarono gli intervenuti nelle varie riunioni ed il senso realistico che informò la discussione sono il miglior auspicio che l'iniziativa sarà feconda di concreti ed efficaci risultati.

---

[1] Vedi l'ultima parte della nostra nota « *L'impianto della piattaforma e del binario al Congresso ferroviario internazionale di Roma 1922* », pubblicato in questa rivista, novembre 1922, pagg. 343-350.

Digitized by Google

Carrello "Pasqualini" a doppia traslazione

(Vedi Tav. XX fuori testo).

In molti dei lavori che si eseguono lungo le linee ferroviarie, e specialmente nella rincalzatura delle traverse con martelli pneumatici, può essere di grande utilità l'impiego dell'aria compressa a mezzo dei gruppi benzo-compressori.

In questo caso il benzo-compressore dato il proprio limitato campo d'azione, non convenendo usare tubazioni troppo lunghe per la conseguente perdita di pressione,

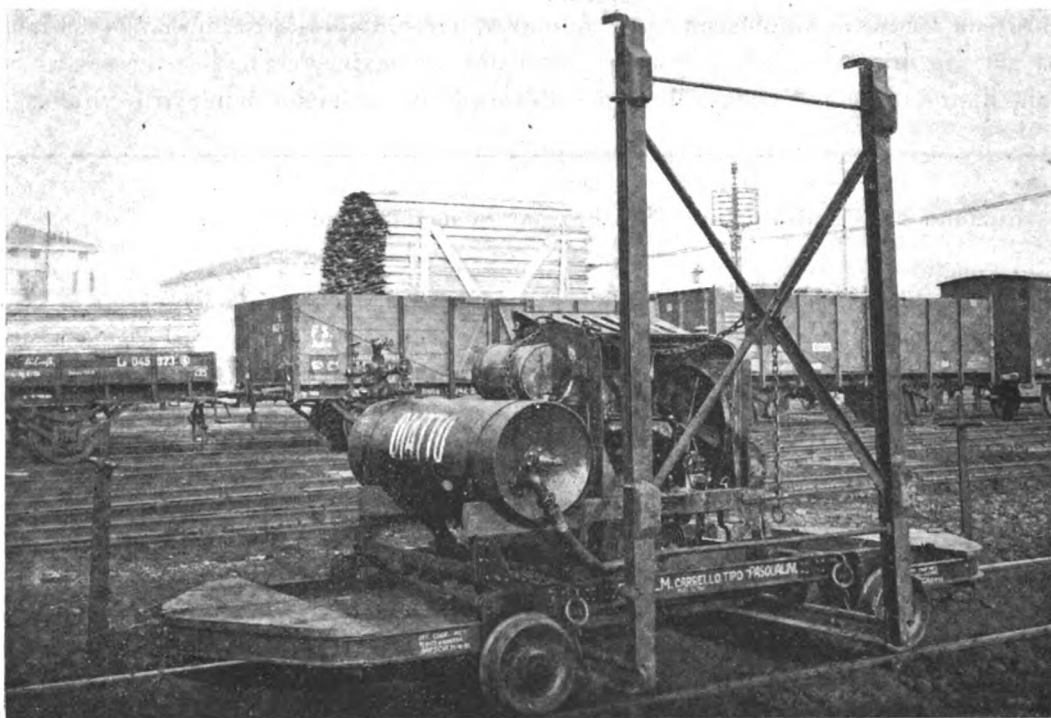



Fig. 5. — Carrello in posizione di marcia per lunghi percorsi.

deve essere spostato molto frequentemente per potere seguire l'avanzamento del lavoro. Ogni spostamento richiede considerevole impiego di mano d'opera e perdita di tempo non trascurabile.

Per ovviare a tale inconveniente, dal Sig. Catullo Pasqualini, Segretario Tecnico Principale delle Ferrovie dello Stato, è stato ideato un carrello speciale che può circolare lungo la linea ferroviaria e con facilità può essere tolto dal binario.

Il disegno allegato (V. Tav. XX) rappresenta nelle figure 1, 2 e 3 rispettivamente il fianco, la pianta e la vista di fronte del carrello nella posizione di marcia lungo i binari e nella fig. n. 4 lo rappresenta in pianta dopo la manovra di scarto dai binari.

Digitized by Google

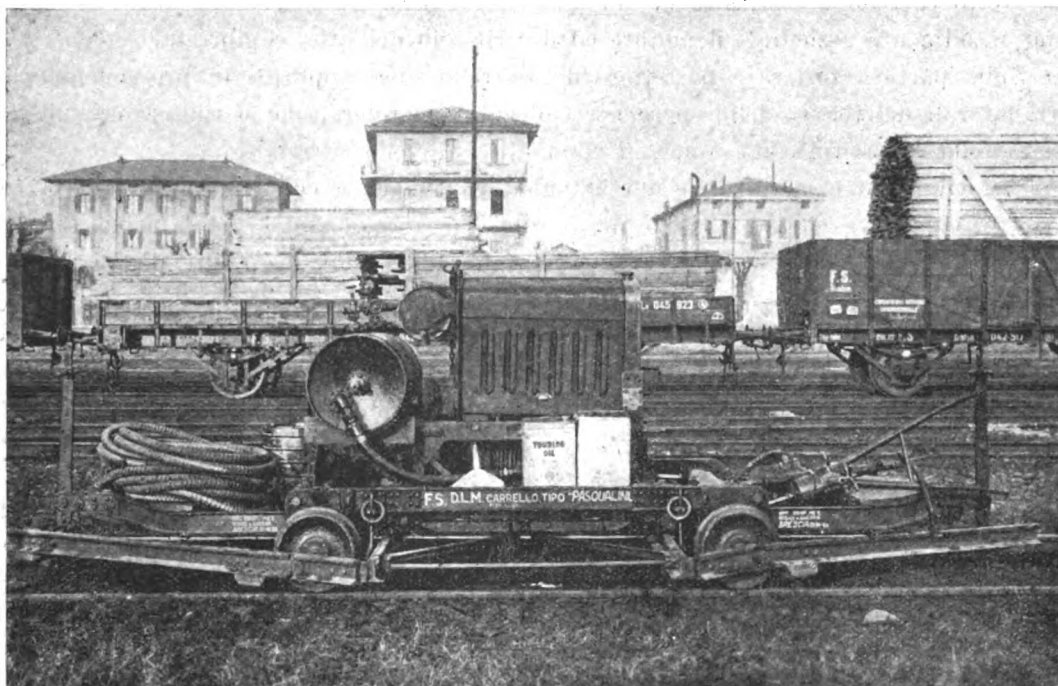



Fig. 6. — Carrello pronto per manovre di scarto.

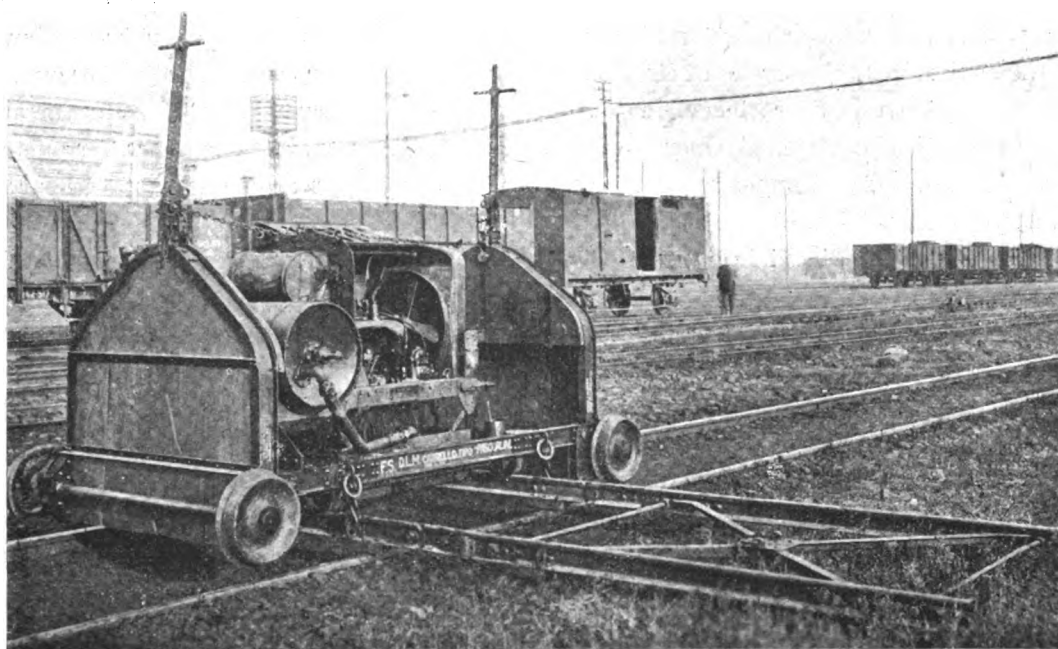



Fig. 7. — Carrello in posizione di spostamento.

Digitized by Google

Detto carrello è costituito da un telaio di carrello di tipo ordinario sul quale sono stabilmente assicurati il motore ed il serbatoio dell'aria compressa.

Sulla parte anteriore e posteriore del carrello sono applicati in prosecuzione dei ferri laterali del telaio, delle sporgenze collegate a cerniera, che si riuniscono sull'asse del carrello e costituiscono come un timone del carrello stesso.

Nel triangolo formato dalle due stanghe del timone, è collocato un tavolato con cassetto, che serve come deposito di attrezzi ed accessori del meccanismo, nonchè pel carico delle tubazioni, delle latte di combustibile, dei recipienti dell'acqua, del lubrificante, ecc.

Durante la marcia il carrello deve procedere coi timoni abbassati.

Volendo scartare, si innalzano successivamente i timoni, i quali facendo leva obbligano le ruote principali del carrello ad alzarsi di qualche centimetro, in modo da permettere lo spostamento trasversale del carrello stesso.

Contemporaneamente entra in funzione una campatella di binario, a scartamento ridotto, sospesa permanentemente sotto al carrello e sulla quale scorrono altre quattro ruote, destinate appunto ai movimenti trasversali del medesimo.

La campatella di binario è fatta a snodo, in modo che la parte della stessa sporgente fuori del binario di corsa, può essere tenuta durante la marcia, sollevata ed addossata al benzo-compressore.

Volendo scartare il carrello, la parte rialzata della campatella deve essere abbassata, assicurandola sopra un appoggio alla sua estremità se la banchina è bassa, o semplicemente appoggiandola sul terreno, se lo scarto avviene sopra un piazzale, oppure in corrispondenza ad un passaggio a livello.

Il carrello scorre trasversalmente sulla campatella, fino a trovarsi fuori dalla sagoma dei treni, posizione che è determinata da un arresto. Si possono allora ripiegare lateralmente le rotaie rimaste sul binario di corsa, ed il transito su questo rimane libero.

Per rimettere il carrello in circolazione si ripetono le operazioni in ordine inverso.

Il carrello di cui trattasi è munito di anelli che ne permettono il sollevamento con tutto ciò che vi possa essere caricato allo scopo di trasportarlo sui carri ferroviari; esso, in mancanza di apposito magazzino, può essere ricoverato in una cassa da carro, opportunamente piazzata.

Le fotografie, di cui le figure 5, 6 e 7, danno una visione esatta del carrello nelle diverse posizioni.

Un esemplare del carrello descritto è stato assegnato dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato in dotazione alla Divisione Lavori di Milano.

La ferrovia Adriatico-Appennino (Sangritana), provvedutasi ora di un carrello uguale a quello sopra descritto, ha piazzato un motore a petrolio Corbella-Longoni per l'azionamento di una dinamo per la fornitura di energia occorrente pel funzionamento di trapani, avvitatoi e martelli ribaditori elettrici, in occasione della elettrificazione delle proprie linee. Detto carrello si dimostra molto pratico per seguire l'avanzata del lavoro di svitamento ed avvitamento delle chiavarde ed è necessario per la rapida smontatura e montatura delle ganasce dopo eseguite le giunzioni elettriche delle rotaie.

A lavori di elettrificazione ultimati, la suddetta ferrovia applicherà a tale carrello un ponte in legno, allungabile, per la visita e riparazione delle attrezzature aeree.

Digitized by Google

INFORMAZIONI

Lo stato dei lavori di elettrificazione delle ferrovie federali austriache.

Malgrado enormi difficoltà d'ordine tecnico, ma più che altro d'ordine finanziario, durante l'anno 1922 i lavori di elettrificazione hanno fatto notevoli progressi sulle ferrovie federali austriache.

Le *linee ad ovest di Innsbruck* saranno servite da due centrali di produzione, Spulbersee e Ruetz, collegate tra loro con una linea ad alta tensione (da 50 a 55 kvolt), che alimenterà le sottostazioni di Zirl, Roppen, Flirsch e Danöfen, dove la tensione sarà abbassata a 15.000 volt. La centrale di Spulbersee, se i mezzi finanziari lo permetteranno, potrà essere in istato di funzionamento l'anno venturo ; la centrale di Ruetz è già terminata, malgrado le enormi difficoltà che si sono dovute superare per il trasporto a pie' d'opera dei materiali pesanti.

Anche la linea elettrica di trasporto è a buon punto. Da Ruetz a Zirl i sostegni metallici sono a posto, salvo in qualche punto isolato, dove non si è ancora potuto raggiungere l'accordo con i proprietari del terreno. Da Zirl a Landeck si sono potuti utilizzare sostegni-di cemento armato costruiti sul posto, e tra poco si inizierà la posa dei conduttori. La traversata dell'Arlberg (la parte più interessate della linea, alla quota 2019, con campate fino a 226 m.), nonchè tutti i sostegni metallici tra Sant'Antonio e S. Cristoforo sono a posto; gli altri lavori procedono alacremente. I fabbricati delle sottostazioni di trasformazione di Zirl e di Roppen sono quasi terminati; per le altre sottostazioni mancano solo i trasformatori.

Quanto alla conduttura di servizio, la linea di contatto è già montata sui 27 km. che separano Innsbruck da Telfs. Da Telfs a Landeck occorrerà un altro anno di lavoro. Da Landeck a Bludenz, malgrado le difficoltà dovute alle accidentalità del percorso, la posa dei pali e degli appoggi sotto le gallerie è assai avanzata. Gli impianti dei segnali, dei telegrafi e dei telefoni in parte sono già in servizio.

La *linea Stainach-Iraning-Attuang-Pucheim* ha già una centrale generatrice a Steeg, la quale però è in corso di ampliamento. L'equipaggiamento elettrico dei 107 km. di strada ferrata potrà, salvo imprevisti, essere terminato per la fine del corrente anno. Le linee telegrafiche e telefoniche sono in parte già in opera.

Sulle *linee Salzbourg-Schwarzach-Saint-Weit-Wörgl* e *Schwarzach-Saint-Wiat-Spittal-Villach* si è ancora assai indietro con i lavori. Si avranno due centrali: di Mallnitz, che utilizzerà una caduta di 300 m., si può prevedere che lo sbarramento e i bacini di dissabbiamento saranno terminati per la fine dell'anno; per la centrale di Stubach i lavori sono molto meno avanzati.

Locomotori. — Dei 7 locomotori destinati a rimorchiare treni pesanti da montagna a marcia rapida (tipo 1 — C + C — 1), uno è terminato; gli altri lo saranno durante l'anno corrente. Sono stati ordinati anche 20 locomotori per treni viaggiatori tipo 1 — C — 1 e altri 20 per treni merci del tipo 0 — E — 0. I primi locomotori avrebbero dovuto essere già consegnati.

Depositi e officine. — I due depositi (Innsbruck e Bludenz) previsti per le linee ad ovest di Innsbruck sono in stato di costruzione avanzata. Si stanno costruendo pure le officine speciali di Linz, per la riparazione delle macchine elettriche (motori, trasformatori, ecc.).

Digitized by Google

Lo statuto delle Ferrovie Federali Austriache.

Crediamo opportuno riportare la traduzione integrale dello Statuto delle Ferrovie Federali Austriache, anche in vista dei rapporti che esse hanno con il nostro Paese.

In base al paragrafo 19 della legge federale 19 luglio 1923, relativa alla formazione di un ente economico « Ferrovie Federali Austriache », viene pubblicato il seguente Statuto delle « Ferrovie Federali Austriache ».

§ I: Disposizioni generali:

1. A capo delle « Ferrovie Federali Austriache » viene posta una presidenza.

2. La sorveglianza della gestione delle « Ferrovie Federali Austriache », con riguardo agli interessi generali, spetta alla Commissione amministrativa.

3. La trattazione degli affari dell'impresa delle « Ferrovie Federali Austriache » è affidata dalla Presidenza ad una Direzione generale con sede a Vienna.

§ II: Firma della Amministrazione:

Alla designazione della Amministrazione: « Ferrovie Federali Austriache », in qualsiasi modo scritta o stampata, deve seguire la firma del Presidente (direttore generale) soltanto, o di due membri della Presidenza, o di un membro della Presidenza e di un procuratore o di due procuratori.

I procuratori debbono aggiungere alla firma le parole « per procura » o « p. p. ».

§ III: La Presidenza:

1. La Presidenza è composta di un Presidente e di quattro membri di Presidenza, dei quali uno in qualità permanente di sostituto del Presidente.

2. Il Presidente viene designato col titolo di « Direttore generale », gli altri membri con quello di « Direttore », unito ad altra designazione, indicante il servizio da essi diretto.

3. Il Direttore generale e i membri della Presidenza sono responsabili di tutte le azioni ed omissioni inerenti all'esercizio ferroviario.

4. Alla decisione della Presidenza sono riservati:

a) la concessione della procura generale e speciale per gli impiegati dell'impresa ed il ritiro della stessa; il contenuto della procura speciale può anche essere regolato a mezzo di prescrizioni di servizio;

b) la compilazione e pubblicazione del regolamento interno della Presidenza, della Direzione generale e delle Direzioni ferroviarie federali;

c) la deliberazione circa l'istituzione, lo spostamento di sede e la soppressione delle Direzioni ferroviarie federali; tali deliberazioni sono soggette all'approvazione del Governo federale;

d) la deliberazione sulle modificazioni nella ripartizione e sulla organizzazione interna delle Direzioni ferroviarie federali;

e) la compilazione del regolamento di servizio per gli addetti all'impresa, come pure del regolamento del personale e delle più importnti disposizioni relative alle competenze;

f) la nomina degli impiegati dell'impresa: la Presidenza è però autorizzata ad incaricare della nomina di determinate categorie di impiegati i capi dei riparti della Direzione generale od i capi delle Direzioni ferroviarie federali;

g) la compilazione del bilancio preventivo;

h) la compilazione del bilancio consuntivo e del conto prodotti;

i) l'assunzione di crediti;

j) la deliberazione su tutte le questioni di tariffa sottoposte, in base al paragrafo 14 della legge federale del 19 luglio 1923, all'approvazione del Governo federale.

Digitized by Google

5. La Presidenza deve provvedere che non venga superato l'importo previsto, di volta in volta, nella legge finanziaria come contributo federale.

Sarà ammesso che vengano superate le cifre del preventivo, da compilarsi annualmente, o che vengano effettuate spese non previste, soltanto coll'approvazione del direttore finanziario.

§ IV: Sfera d'azione della Direzione generale:

Spetta alla Direzione generale:

a) La superiore uniforme amministrazione e sorveglianza dell'esercizio delle « Ferrovie Federali Austriache », degli impianti ausiliari e dei servizi accessori;

b) di provvedere direttamente al servizio delle tariffe, dei veicoli, al servizio prodotti del movimento, al servizio delle officine, agli approvvigionamenti, alla introduzione della trazione elettrica ed alla liquidazione delle pensioni e degli assegni di previdenza per tutto il territorio delle Ferrovie Federali, come pure alla tenuta della contabilità generale riassuntiva.

§ V: Organizzazione della Direzione generale:

La Direzione generale si compone di più riparti, il cui numero e la cui struttura saranno stabiliti nel regolamento della Direzione generale.

§ VI: Il Direttore Generale:

A capo della Direzione generale sta il Direttore generale. Egli provvede alla regolare effettuazione del servizio a mezzo degli organi incaricati, facendo che questi ultimi provvedano allo adempimento delle loro incombenze di servizio.

§ VII: Direzioni ferroviarie federali:

Alla immediata dipendenza della Direzione generale trovansi le Direzioni ferroviarie federali che dirigono l'esercizio nel riparto loro affidato delle linee ferroviarie e di navigazione esercite dalla impresa « Ferrovie Federali Austriache ».

§ VIII: Attribuzioni delle Direzioni ferroviarie federali:

1. Ad esse spetta, sotto la suprema dirigenza della Direzione generale ed in base alle disposizioni da questa emanate, la amministrazione dei percorsi ferroviari (linee di navigazione) appartenenti al loro distretto.

2. Le Direzioni ferroviarie federali debbono rispondere della sicurezza, della regolarità e del buon andamento dell'esercizio nei limiti della loro sfera d'azione, ai sensi dell'ordinamento ferroviario (Eisenbahnbetriebsordnung) del 16 novembre 1851.

3° L'organizzazione interna delle Direzioni ferroviarie federali viene stabilita dalla Presidenza delle « Ferrovie Federali Austriache ».

§ IX: Dirigenza delle Direzioni ferroviarie federali:

1° Ogni Direzione ferroviaria federale viene diretta da un Capo Servizio col titolo di « Direttore delle Ferrovie federali ». Questi è responsabile di tutta la gestione, specialmente della sicurezza, dell'ordine, della regolarità e della economia dell'esercizio, nei limiti del distretto della sua Direzione.

2° Al Direttore delle Ferrovie federali viene aggregato un « Vice Direttore » amministrativo o tecnico a seconda che il Direttore proviene dal servizio tecnico o amministrativo. Egli porterà il nome di « Vice Direttore delle Ferrovie federali ».

3° Il Vice Direttore ha l'obbligo di aiutare il Direttore nel disbrigo delle sue mansioni col consiglio e con l'opera.

4° Tutti gli organi delle Direzioni ferroviarie federali debbono prestare il servizio nel

Digitized by Google

limiti delle disposizioni vigenti e secondo le disposizioni impartite dal Direttore delle Ferrovie federali, verso il quale sono responsabili nei riguardi del servizio.

5° Per regolare il servizio interno nelle Direzioni ferroviarie federali, la Presidenza dell'Impresa detta un regolamento di servizio, come pure delle prescrizioni relative al servizio cassa, ragioneria e contabilità.

§ X: Attribuzioni del Direttore delle Ferrovie federali:

1° Il Direttore deve provvedere personalmente a sorvegliare l'esecuzione delle disposizioni della Direzione generale curando che il personale adempia ai suoi obblighi e ad un lavoro proficuo e armonico, per conseguire la massima economia dell'esercizio.

2° Egli deve sorvegliare accuratamente i risultati dell'esercizio del distretto, cercando pure di migliorare l'esercizio in generale col mezzo di appropriate disposizioni nei limiti delle sue facoltà, oppure colla presentazione di proposte alla Direzione Generale. Deve inoltre seguire con la massima attenzione e cura i bisogni commerciali del distretto, facendo le proposte del caso alla Direzione generale con relazioni dettagliate circa le speciali condizioni.

3° In caso di necessità immediate il Direttore è autorizzato e tenuto a prendere i provvedimenti necessari anche nelle questioni che esulano dalla sua competenza, informandone immediatamente la Direzione generale per la sanatoria.

§ XI: Uffici esecutivi:

Al servizio locale provvedono gli uffici esecutivi, la cui sfera d'azione viene fissata dalla Direzione Generale.

§ XII: Disposizioni finali:

Cessano di avere vigore lo Statuto di organizzazione, pubblicato nel Bollettino del Ministro del Commercio e del Ministro delle Ferrovie in data 19 gennaio 1896 per l'Amministrazione ferroviaria statale nei Regni e paesi rappresentati al Consiglio dell'Impero, tutte le modificazioni ed aggiunte inerenti allo Statuto stesso finora pubblicate, e qualsiasi altra disposizione in contrario.

Digitized by Google

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Per la morte di Vilfredo Pareto (*La Riforma Sociale*, settembre-ottobre, pp. 385 e 404).

Nell'agosto scorso è mancato alla scienza Vilfredo Pareto e per quest'occasione all'opera dell'insigne economista italiano consacra due articoli notevoli la rivista torinese, che già gli aveva dedicato uno studio d'insieme per il suo giubileo scientifico, celebratosi all'Università di Losanna nel luglio 1917.

Segnaliamo questi articoli, oltre che per l'intrinseca importanza dell'argomento che trattano, anche perchè vogliamo ricordare che Vilfredo Pareto seguì gli studi di ingegnere e la professione di ingegnere esercitò in Italia per oltre venti anni e per non breve tempo si occupò di ferrovie.

Il periodo di attività professionale contribuì certo a preparare il futuro tecnico, già orientato dallo studio delle discipline matematiche-sperimentali, con osservazioni particolari della vita e tecnica industriale. Alla profonda conoscenza delle scienze esatte si deve l'indirizzo originale e forse anche la parte più geniale delle sue ricerche.

Ai due articoli segue la bibliografia di Vilfredo Pareto raccolta da G. Rocca, la quale comprende, accanto ai lavori di maggior mole: un gruppo di opuscoli, memorie e relazioni; uno di articoli di riviste; uno di articoli di giornali quotidiani. Dal ricco elenco scegliamo alcuni pochi titoli di scritti speciali:

— *Principî fondamentali della teoria della elasticità dei corpi solidi e ricerche.* Firenze, Pellas, 1869.

— *Théorie mathématique des changes étrangers.* Paris, Association française pour l'avancement des sciences, 1894.

— *La courbe de la répartition de la richesse.* Lausanne, Viret Genton, 1896.

— *Tables pour faciliter l'application de la méthode des moindres carrés.* Lausanne, Société Suisse de Statistique, 1898.

— *Di un errore del Cournot nel trattare l'economia politica con la matematica* (*Giornale degli economisti*, gennaio 1892).

— *Dell'utile che procurano al Paese le ferrovie* (*Giornale degli economisti*, febbraio 1892).

— *Teoria matematica del Commercio internazionale* (*Giornale degli economisti*, aprile 1895).

— *Quelques exemples d'application des méthodes d'interpolation à la statistique.* (*Journal de la Societé de Statistique de Paris*, novembre 1897).

— *Nota sulle equazioni dell'equilibrio dinamico* (*Giornale degli economisti*, settembre 1901).

— *Di un nuovo errore nell'interpretare le teorie dell'economia matematica* (*Giornale degli economisti*, novembre 1902).

— *Il costo di produzione dell'uomo e il valore economico degli emigranti* (*Giornale degli economisti*, novembre 1902).

— *Considerazioni sul calcolo dell'indice ponderato dei prezzi* (*Rivista italiana di sociologia*, gennaio 1919).

Digitized by Google

(B. S.) Conservazione e trasporto delle frutta. (*Engineering*, 10 agosto 1923, pag. 180).

Questo articolo è un estratto dello studio pubblicato dal *Food Investigation Board* e dovuto a Franklin Kidd e Cyril West. Studio che è nato da alcune esperienze fatte nel 1918 e dall'aver potuto mettere in relazione i risultati di esse con inconvenienti verificatisi nel trasporto marittimo di frutta dall'Australia.

Le frutta verdi assorbono rapidamente ossigeno e producono una quantità eguale di acido carbonico; con apposite misure, la percentuale massima in un recipiente di stagno contenente mele, ventilato ad intervalli, fu trovata del 22,8 % e si ottenne nel trentesimo giorno, quando di ossigeno si aveva il 3 % e la temperatura era variata da + 20° a — 3° C. Tutte le mele così conservate avevano la parte interna guasta, mentre altre tenute all'esterno del recipiente e, per il resto, in eguali condizioni erano intatte.

Perchè si produca questa malattia devono concorrere due condizioni. Non basta che si riduca il tenore di ossigeno o che manchi del tutto questo gas; non basta nemmeno che cresca il tenore di acido carbonico, anche sino al 40 %; ma occorre che queste due condizioni siano simultanee.

Questi ed altri risultati inducono a seguire, nei carichi di frutta su piroscafi da carico, come varî il tenore di acido carbonico e la temperatura dell'ambiente in cui si trovano ed a regolare, in conseguenza, la ventilazione e la refrigerazione.

(B. S.) La storia della locomotiva in America. (*Railway Age*, 23 giugno 1923, pag. 1573)

Un interessante articolo del Vauclain, contenuto in un numero speciale della *Railway Age* per il Congresso dell'Associazione ferroviaria americana tenutosi in Chicago dal 20 al 22 giugno di quest'anno, espone gli incessanti sforzi compiuti dalle varie aziende ferroviarie in America negli ultimi novanta anni per aumentare la potenzialità e diminuire la spesa di esercizio delle locomotive a vapore.

Tralasciando il periodo precedente, è utile riassumere quanto viene detto a proposito di quello più recente, che va dal 1889 ad oggi, e che può chiamarsi il periodo del *compound* e del surriscaldamento. E noi lo facciamo senza rilevare le ben note differenze che si sono precisate in questo periodo fra tecnica europea ed americana, alla quale ultima si riferisce esclusivamente l'autore, che è il ben noto presidente delle officine Baldwin.

Nel 1889 fu iniziato dai costruttori americani lo studio delle locomotive *compound*. Quasi tutti i tipi di macchine esistenti si mostrarono adatti a tale modificazione; però quelle che ebbero maggiore diffusione furono le Mallet a quattro cilindri. L'uso delle locomotive *compound*, però, non si estese che nel 1906, quando la Great Northern, per dimostrare i benefici effetti delle nuove macchine, le concentrò su un tratto della propria rete. L'esperimento riuscì, e le locomotive Mallet divennero comuni in America sulle linee a forti pendenze; ma, data la urgente necessità di aumentare sempre più la potenzialità delle macchine, il rispetto della sagoma limite rese sempre più difficile l'uso dei cilindri *compound*. Del resto, a tale epoca, l'uso del vapore surriscaldato permetteva di costruire locomotive quasi della stessa efficienza delle macchine *compound*. Due tipi di locomotive si mostrarono assai adatti al rimorchio di pesanti treni merci: il Mikado (1-4-1) e il Santa Fè (1-5-1). In ambedue i tipi, per aumentare la capacità della caldaia, si adottarono, per la prima volta, assi portanti. Questi ultimi assi, alcuni dei quali, nei tipi più grandi di locomotive, portano fino a 27 tonnellate, hanno suggerito l'uso del dispositivo che viene chiamato comunemente « booster ». [1] Questo congegno meccanico è come una piccola macchina a vapore attaccata agli assi portanti della locomotiva; esso agisce in modo

[1] Vedi questa rivista, febbraio-marzo 1921, pag. 75.

Digitized by Google

che il peso portato dagli assi portanti può essere utilizzato come aderente nell'avviamento di treni pesanti o per superare brevi pendenze che, altrimenti, non sarebbe possibile percorrere.

Con tali modifiche, come per altre (carico meccanico del carbone e riscaldatori dell'acqua di alimentazione), la locomotiva ha fatto conseguire un notevolissimo risparmio nella spesa d'esercizio; sicchè essa non può più essere chiamata, come per l'innanzi, la più stravagante consumatrice di vapore e di carbone tra le macchine esistenti.

Quando i cilindri lavorano convenientemente, il consumo di carbone per cavallo di potenza sviluppata dalle locomotive più moderne della Pennsylvania è uguale a quello delle migliori centrali elettriche fornite di turbine e di condensatori, e cioè 0,83 kg. di carbone per cavallo-ora.

Attualmente gli studi sono rivolti ad aumentare il percorso delle locomotive; e già su alcune linee, specialmente nelle regioni dove si brucia la nafta, i treni viaggiatori percorrono 800, 1000 e anche 1200 km. senza cambiare locomotiva, ma cambiando, beninteso, il personale di macchina.

(B. S.) La produzione dell'energia elettrica in Italia nell'anno 1922. (Comunicazione dell'ing. ETTORE PERETTI alla XXVIII Riunione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana).

La Segreteria della seconda Sezione del Consiglio Superiore delle acque (Ufficio Elettricità) ha continuato, per l'anno 1922, la raccolta dei dati statistici della produzione dell'energia che, nei precedenti anni 1920 e 1921, era stata fatta a cura del Servizio idrografico del Ministero dei lavori pubblici.

Facendo quindi seguito alle due relazioni per i precedenti anni dell'ing. prof. Giulio De Marchi, l'ing. Ettore Peretti ha raccolto ed illustrato in una breve relazione, pubblicata dal Servizio Idrografico del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, tali elementi statistici.

Questi si riferiscono alla produzione di 481 centrali di cui 357 idriche e 124 termiche, con una potenza installata complessiva di 1.579.528 *KW* pari a circa 2.150.000 *HP*, produzione che ha superato i 3652 milioni di *kwh*. negli impianti idroelettrici ed i 275 milioni di *kwh*. in quelli termoelettrici, con un rapporto di 94 % di produzione idrica e 6 % di produzione termica.

Oltre ai confronti dei dati di produzione e di utilizzazione rispetto agli anni precedenti, la relazione riprende in esame il fenomeno della eccezionale deficienza di energia verificatasi nell'inverno 1921-22, e già illustrata nella relazione statistica del 1921, per completarne lo studio col raffronto alle produzioni dei due inverni precedente e successivo, al quale scopo la statistica si estende, con dati provvisori, al primo trimestre 1923. Tale confronto, oltrechè per la produzione totale nazionale, è istituito anche, separatamente, per le regioni dell'Alta Italia che esclusivamente hanno risentito della deficienza.

Da quest'ultimo raffronto si rileva che, mentre l'inverno 1920-21 ha dato 1364 milioni di *kwh*. idroelettrici, quello 1921-22 ne ha dato soltanto 987, con una diminuzione assoluta di 377 milioni; ma, tenuto conto che l'inverno 1922-23, ne ha dati 1467, si può ammettere che l'inverno 1921-22, in condizioni normali, avrebbe fornito 1416 milioni di *kwh*., ed avrebbe quindi sentita una deficienza di 429 milioni di *kwh*, pari al 30 % della produzione invernale del 1920-21. Gli impianti termici, che nell'inverno 20-21 avevano dato 67 milioni di *kwh*., ne hanno dato 213 milioni nel successivo inverno 1921-22 con un aumento del 217 %.

Così la deficienza di energia si è ridotta da 430 a 293 milioni di *kwh*. diminuendo quindi del 32 % e riducendosi dal 29 al 19,6 % del fabbisogno totale.

Un altro raffronto interessante viene fatto per la prima volta in questa statistica, e cioè fra i dati della statistica stessa e quelli della statistica del Ministero delle finanze, il quale, come è noto, raccoglie gli elementi relativi ai consumi della energia tassata ed alla produzione di quella non tassata. Da tale raffronto, per quanto i dati raccolti dal Ministero dei lavori pubblici si riferiscano a poche centinaia di centrali, mentre le finanze ne contano oltre 9000, risulta che le

Digitized by Google

centrali considerate nella statistica dei lavori pubblici rappresentano circa il 90 % della produzione totale di energia.

Finalmente, la relazione si chiude con un'altra determinazione che può presentare qualche interesse: e cioè quella dell'effetto sulla economia di energia elettrica che può esercitare l'adozione dello spostamento dell'ora nella stagione estiva, fatto per qualche anno anche in Italia e oramai abbandonato. La constatazione dimostra la scarsa utilità del provvedimento, poichè determina la possibile economia nella misura di circa l'uno per mille soltanto della produzione totale dell'energia elettrica in tutto l'anno.

(B. S.) Il peso delle parti della locomotiva soggette a moto alterno o rotatorio. (*The Railway Engineer*, agosto 1923, pag. 282).

Data l'importanza della questione, riteniamo opportuno riportare quasi integralmente la nota editoriale che la consorella inglese ha dedicato alla riduzione di peso di alcune parti mobili della locomotiva.

È considerevole l'interesse che attualmente desta la questione della contrappesatura e della riduzione di peso delle parti della locomotiva soggette a moto alterno. Specialmente negli Stati Uniti, in quasi tutte le riunioni di ingegneri ferroviari, si discute e si studia con passione l'argomento [1]; ciò che, del resto, è naturale, essendo di grandissima importanza la questione del peso della locomotiva, che su quelle reti sta raggiungendo proporzioni gigantesche. Da ultimo, uno dei primi ingegneri americani, parlando di un recentissimo tipo pesante di locomotiva per treni merci, nel quale le parti soggette a moto alterno raggiungevano il peso di 1167 kg., si espresse con le parole: « È una brutalità, non un'opera da ingegneri ».

In ogni modo, però, è certo che l'applicazione del principio indiscusso: le parti soggette a moto alterno o rotativo debbono ridursi di peso, è una cosa sommamente da desiderarsi. Sta il fatto che in America c'è diversità di opinioni su tale questione. L'ingegnere dirigente la trazione di uno dei più importanti gruppi ferroviari americani riteneva che la estesa adozione di acciai di qualità superiore, e quindi più costosi, per la costruzione delle parti di locomotiva soggette a moto alterno avrebbe dovuto effettuarsi con certe riserve, non per il dubbio sulla opportunità di ridurre il peso delle parti suddette, ma per la maggiore cura che il loro uso imporrà nell'esercizio; cura che non sempre sarà possibile ottenere sia dal personale di macchina, che dagli operai dei depositi. Effettivamente, mentre le principali officine ferroviarie potranno esser munite di mezzi sufficienti per il trattamento termico delle parti alleggerite, altrettanto non può dirsi delle minori officine e dei depositi. Lo stesso dicasi del personale operaio. Si può obbiettare che le migliori qualità degli acciai potranno ridurre al minimo il numero delle riparazioni necessarie; ma, in ogni modo, le riparazioni si dovrebbero sempre eseguire nelle officine principali, con quanta maggiore spesa e perdita di tempo non è chi non veda.

Tutto ciò, riteniamo, se indiscutibilmente rappresenta un inconveniente, non può tuttavia allontanarci dall'opinione che si debbano ridurre i pesi delle parti mobili della locomotiva. Occorre infatti rammentare che, con parti più leggere, lo sforzo richiesto per muovere la locomotiva stessa diminuisce; la contrappesatura della macchina è migliorata, e la difficoltà di superare l'inerzia risulta minore. Il risparmio, per esempio, di 1460 kg. da ciascun lato della locomotiva e per giro di ruota motrice, durante una vita della macchina di, mettiamo, 30 anni non è certo disprezzabile; nè si dovrebbe mettere in non cale il risparmio di 815 kg. sul peso attuale delle parti in movimento. Queste cifre valgono in modo particolare, è vero, per le locomotive

[1] Ricordiamo che la necessità di questo studio, su proposta di un delegato italiano, fu riconosciuta dal Congresso ferroviario internazionale tenuto a Roma nel 1922. (*V. Bulletin de l'Ass. Int. des chemins de fer*, giugno 1922, pag. 919).

Digitized by Google

americane; ma, fatte le debite proporzioni, hanno significato anche per le macchine delle altre regioni. In uno dei più recenti tipi di locomotive inglesi si poterono ridurre considerevolmente le sezioni delle bielle, avendo adottato acciaio di qualità superiore. Alcuni espressero gravi dubbi sull'opportunità di tale provvedimento. Sta di fatto, però, che in 15 mesi di esercizio continuo non si è avuto da lamentare inconveniente alcuno. Tale periodo di tempo è bensì troppo breve rispetto alla vita della locomotiva; ma basta a dimostrare l'esattezza dei calcoli fatti dal progettista.

La questione, ripetiamo, merita la maggiore considerazione e vogliamo sperare che fra breve sia possibile discuterla in base a dati di fatto più numerosi.

(B. S.) Degradazione del cemento armato a causa di insufficiente protezione dei ferri dalla ruggine. (*Il Cemento*, luglio 1923, pag. 65).

Le degradazioni dei manufatti in cemento armato dipendenti da scarsa protezione dei ferri dalla ruggine possono raggiungere stadi assai gravi, specialmente quando si tratti di costruzioni o di elementi soggetti all'azione del vento e dell'atmosfera (pioggie e variazioni di temperatura).

Un esempio assai dimostrativo del danno che una costruzione può subire a causa della scarsa protezione dei ferri è descritto nell'articolo citato. Si tratta di un muro di cinta in calcestruzzo, lungo qualche centinaio di metri e formato con pilastri di sezione quadrata, riuniti da pareti in calcestruzzo, tenute staccate dai pilastri mediante speciali giunti, atti a permettere le deformazioni dipendenti dalle variazioni di temperatura. Ciascun pilastro fu armato con quattro tondini disposti in corrispondenza degli spigoli; le pareti vennero munite soltanto di due o tre ferri di armatura, assai esili, disposti orizzontalmente.

Poichè il calcestruzzo adoperato era assai magro ed eccessivamente poroso, le acque piovane poterono penetrare fino ai ferri d'armatura, bagnandoli e producendovi la ruggine. Ne risultò un irreparabile scoprimento generale dei ferri stessi, e conseguentemente lesioni orizzontali nelle pareti e verticali nei pilastri. E poichè, data la porosità dei calcestruzzo, anche intonacando con malta ricca di cemento i punti danneggiati, non fu possibile impedire all'acqua di raggiungere per altra via i ferri, unico rimedio per arrestare la impressionante degradazione del muro resta quello di togliere senz'altro i ferri orizzontali della parete (del resto staticamente non necessari) e di mettere a nudo e ripulire accuratamente dalla ruggine gli altri, intonacando finalmente tutto il muro con un buon intonaco impermeabile.

(B. S.) Il limite di sovrasaturazione (*Engineering*, maggio 1923, pag. 607).

Il Sig. Martin ha compilato nuove tabelle dimostrative delle proprietà del vapore in corrispondenza della linea di Wilson, ossia del limite di sovrasaturazione, tenendo per base una nuova formola che esprime il rapporto tra la pressione attuale del vapore all'inizio della condensazione (p) e la pressione (p_s) corrispondente alla temperatura assoluta T:

$$\log_{10} \frac{p}{p_s} = \frac{2,96\,\sigma}{T},$$

in cui σ rappresenta la tensione superficiale dell'acqua a quella temperatura.

Il volume specifico del vapore in corrispondenza della linea di Wilson è all'incirca uguale al 90% del volume specifico alla stessa pressione, ma in corrispondenza della linea di saturazione.

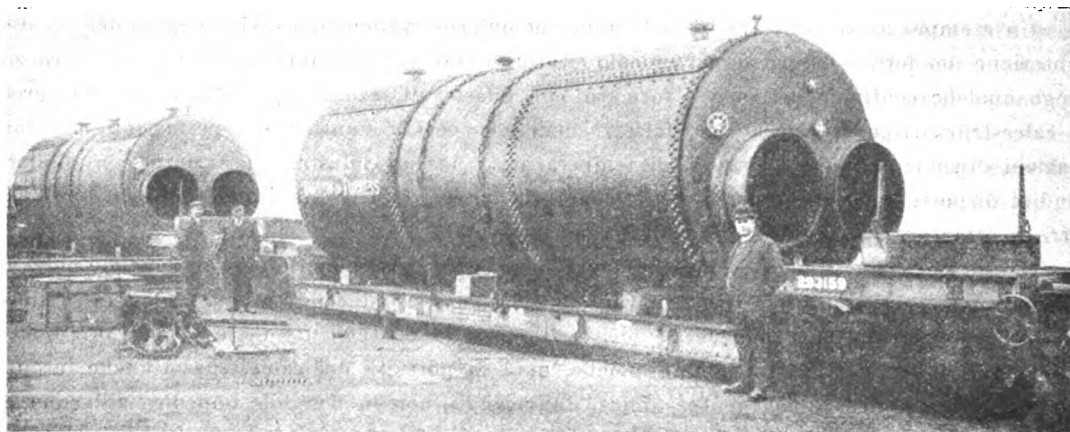
Quello che resta da conoscere, ora, sono le relazioni tra la pressione e il volume del vapore quando la espansione supera il limite della linea di Wilson. Tale problema è difficile, ma non impossibile a risolversi. Occorrerebbe poter rilevare un accurato diagramma indicatore, mediante dispositivi ottici, conoscendo esattamente il volume occupato dal valore in corrispondenza di ciascun punto della corsa del cilindro. Il cilindro potrebbe avere, per esempio, un diametro non

Digitized by Google

più grande di 2.5 cm. e la sua base potrebbe costituire il diaframma elastico dell'indicatore. Il movimento dello stantuffo potrebbe venir causato dalla caduta di un peso. Per assicurare una assoluta assenza di umidità bisognerebbe operare con vapore leggermente surriscaldato all'uscita.

Sembra, da esperienze preliminari eseguite dal Wilson, che in tal caso la condensazione oltre la linea omonima si effettuerebbe intorno a nuovi nuclei, invece che intorno alle goccioline già formate. Ciò dimostra che la temperatura del vapore è quella corrispondente alla linea di Wilson, e non alla linea di saturazione. Tale conclusione sarebbe confermata da altre osservazioni fatte sulla temperatura di uscita del vapore nelle turbine.

(B. S.) Trasporto di carichi eccezionali sulle ferrovie inglesi. (*The Railway Gazette*, 6 luglio 1923, pag. 19).

Ancora un altro trasporto di carichi eccedenti la sagoma limite sulle ferrovie inglesi. Si tratta, come indica la figura, di due grandi caldaie, lunghe m. 9,37, larghe m. 3, alte m. 3,86 e pesanti quasi 39 tonn. ognuna. Le caldaie caricate sugli speciali carri indicati nella illustrazione oltrepassavano la sagoma limite solo per la larghezza: furono trasportate una alla volta, mediante treni composti solo della locomotiva, del carro suddetto e di un carro ordinario munito di freno per uso del conduttore. La velocità del convoglio venne limitata a 40 km.-ora; e ogni 40 km. era osservata minutamente la posizione del carico sul carro. Sull'altro binario della linea venne impedito il passaggio dei treni viaggiatori e dei treni merci con carichi che eccedevano i m. 2,59 in larghezza. Per dimostrare la cura posta in tale trasporto, basti dire che tutti gli ingegneri dirigenti il movimento e i capi stazione interessati ne furono avvertiti; e una speciale ispezione venne preventivamente ordinata per assicurarsi che nessun filo o palo telegrafico od ostacolo eccezionale potessero comunque venir toccati dal carico.

PALMA ANTONIO SCAMOLLA, *gerente responsabile*

ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

Soc. Ceramica
Richard Ginori
MILANO
CAP. IL. 10.000.000
INT. VERS.

ISOLATORI

IN PORCELLANA DURISSIMA
PER OGNI APPLICAZIONE ELETTRICA

FABBRICHE SPECIALI
DOCCIA e RIFREDI

30 FORNI - 2000 OPERAI

Stazioni di prova sino a 400.000 volt

Nuova serie di isolatori sospesi

N. di prot. 17180

2 elementi per 80.000 V.

Listino a richiesta

450 %
340 %

Imperforabile

Smontabile

Senza cemento

Alta efficienza elettrica

Grande resistenza meccanica

PER INFORMAZIONI, STUDI OFFERTE, TRATTATIVE, PROVE

Società Ceramica
Richard Ginori
MILANO – Via Bigli, 21
oppure: Casella Postale N. 1261

ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE

Società Anonima - Capitale Sociale L. 40.000.000
MILANO - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO

STABILIMENTI:

I. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Acciaieria termica ed elettrica, Laminatoio, Fonderia Ghisa e Acciaio.
II. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Laminatoi di lamiere, Fabbrica Tubi saldati, Bullonerie.
III. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Trafileria Acciaio e Ferro, Cavi e Funi metalliche, Reti, Laminati a freddo.
MILANO: Laminatoi, Fabbrica Tubi senza saldatura "ITALIA".
VOBARNO (Brescia): Laminatoi, Fabbrica Tubi saldati e avvicinati, Trafileria, Punte, Cerchi.
I. di DONGO (Como): Laminatoi e Fonderia Ghisa
II. di DONGO (Como): Fabbrica Tubi per Aeronautica, Biciclette, ecc.
ARCORE (Milano): Fabbrica Lamiere perforate, Tele metalliche.
BOFFETTO (Valtellina): Impianto idroelettrico.

PRODOTTI PRINCIPALI:

LINGOTTI in acciaio dolce e ad alta resistenza per proiettili ed altri usi.
ACCIAI speciali, Fusioni di acciaio e ghisa.
FERRI e ACCIAI laminati in travi e barre tonde, quadre, piatte; sagomati diversi.
ROTAIE e Binarietti portatili. — VERGELLA per trafileria. — FILO FERRO e derivati. — FILO ACCIAIO. — Funi metalliche. — Reti. — Punte. — Cerchi per ciclismo e aviazione. — Lamiere perforate. — Rondelle. — Catene Galle e catene a rulli.
LAMINATI a freddo. — Moietta, Nastri. — Bulloneria.
Tubi senza saldatura "ITALIA" per condotte d'acqua, vapore, gas, aria compressa. — Tubi per caldaie d'ogni sistema. — Candelabri. — Pali tubolari. — Colonne di sostegno. — Tubi extra-sottili per aeronautica, biciclette, ecc., circolari, ovali, sagomati diversi.
TUBI SALDATI per gas, acqua, mobilio. — Sagomati vuoti. — Raccordi. — Nipples, ecc.
TUBI AVVICINATI e derivati per mobilio, biciclette, ecc.

Indirizzo Corrispondenza: ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO (8)
TELEFONI: 27-65 - 88-86 - 28-99 TELEGRAMMI: "IRON" MILANO

MOSTRA CAMPIONARIA PERMANENTE: MILANO, Via Manzoni, 37 - Telef. 85-85

TUBI "ITALIA" SENZA SALDATURA TUBI "ITALIA" SENZA SALDATURA

Digitized by Google

ANNO XII - VOL. XXIV - N. 6. RIVISTA MENSILE ROMA - 15 Dicembre 1923.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **50**; per l'Estero (U. P.) Frs **100.** Un fascicolo separato rispettivamente L. **5** e Frs **10**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

(Corporazione dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti Italiani)

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione.

Ing. Comm. F. BRANCUCCI - Capo Servizio Lavori e Costruzioni FF. SS.
Ing. G. L. CALISSE.
Ing. Comm. R. GIOPPO - Ispettore Superiore delle FF. SS.
Ing. Comm. ABDELCADER FABRIS - Capo Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.
Ing. Gr. Uff. L. GREPPI - Direttore Generale della Società Anonima Officine Meccaniche (già Miani, Silvestri, Grondona, Comi & C.) - Milano.
Ing. P. LANINO.
Ing. Comm. F. MASSIONE - R. Ispettore Capo Ufficio speciale Ferrovie.
On. NETTI ing. Aldo - Presidente del Collegio-Sindacato Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani.
Ing. Comm. F. SCHUPFER.
Ing. Gr. Uff. C. SEGRÈ.

Segretario del Comitato: Ing. Cav. Uff. NESTORE GIOVENE - Ispettore Principale delle FF. SS.

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO-SINDACATO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

ROMA - VIA POLI, N. 29 - TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Per le inserzioni rivolgersi esclusivamente all'AMMINISTRAZIONE DELLA RIVISTA

ROMA (4) - Via Poli, N. 29.

Digitized by Google

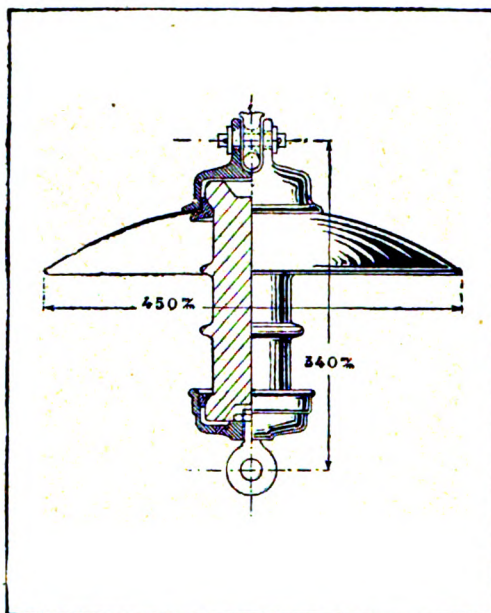
Soc. Ceramica
Richard Ginori
MILANO
CAP. IL. 10.000.000
INT. VERS.

FABBRICHE SPECIALI
DOCCIA e RIFREDI
30 FORNI - 2000 OPERAI
Stazioni di prova sino a 400.000 volt

PER INFORMAZIONI, STUDI OFFERTE, TRATTATIVE, PROVE
Società Ceramica
Richard Ginori
MILANO – Via Bigli, 21
oppure: Casella Postale N. 1261

ISOLATORI

IN PORCELLANA DURISSIMA
PER OGNI APPLICAZIONE ELETTRICA

Nuova serie di isolatori sospesi

N. di prot. 17180

2 elementi per 80.000 V.

Listino a richiesta

450 %
340 %

Imperforabile

Smontabile

Senza cemento

Alta efficienza elettrica

Grande resistenza meccanica

ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE

Società Anonima - Capitale Sociale L. 40.000.000
MILANO - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO

STABILIMENTI:

I. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Acciaieria termica ed elettrica, Laminatoio, Fonderia Ghisa e Acciaio.
II. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Laminatoi di lamiere, Fabbrica Tubi saldati, Bullonerie.
III. di SESTO S. GIOVANNI (Milano): Trafileria Acciaio e Ferro, Cavi e Funi metalliche, Reti, Laminati a freddo.
MILANO: Laminatoi, Fabbrica Tubi senza saldatura "ITALIA,,.
VOBARNO (Brescia): Laminatoi, Fabbrica Tubi saldati e avvicinati, Trafileria, Punte, Cerchi.
I. di DONGO (Como): Laminatoi e Fonderia Ghisa
II. di DONGO (Como): Fabbrica Tubi per Aeronautica, Biciclette, ecc.
ARCORE (Milano): Fabbrica Lamiere perforate, Tele metalliche.
BOFFETTO (Valtellina): Impianto idroelettrico.

PRODOTTI PRINCIPALI:

LINGOTTI in acciaio dolce e ad alta resistenza per proiettili ed altri usi.
ACCIAI speciali, Fusioni di acciaio e ghisa.
FERRI e ACCIAI laminati in travi e barre tonde, quadre, piatte; sagomati diversi.
ROTAIE e Binarietti portatili. — VERGELLA per trafileria. — FILO FERRO e derivati. — FILO ACCIAIO. — Funi metalliche. — Reti. — Punte. — Cerchi per ciclismo e aviazione. — Lamiere perforate. — Rondelle. — Catene Galle e catene a rulli.
LAMINATI a freddo. — Moietta, Nastri. — Bulloneria.
Tubi senza saldatura "ITALIA,, per condotte d'acqua, vapore, gas, aria compressa. — Tubi per caldaie d'ogni sistema. — Candelabri. — Pali tubolari. — Colonne di sostegno. — Tubi extra-sottili per aeronautica, biciclette, ecc., circolari, ovali, sagomati diversi.
TUBI SALDATI per gas, acqua, mobilio. — Sagomati vuoti. — Raccordi. — Nipples, ecc.
TUBI AVVICINATI e derivati per mobilio, biciclette, ecc.

Indirizzo Corrispondenza: ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO (8)
TELEFONI: 27-65 - 88-86 - 28-99 TELEGRAMMI: "IRON,, MILANO

MOSTRA CAMPIONARIA PERMANENTE: MILANO, Via Manzoni, 37 - Telef. 85-85

Digitized by Google

Anno XII. - Vol. XXIV. 15 Dicembre 1923 - N. 6

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Interruttori unipolari automatici in olio per una tensione di 4000 Volt e una corrente di 1200 Ampères tipo FF. SS.

(Redatto dall'Ing. DE REGIBUS. del Servizio Lavori e Costruzioni delle FF. SS.).

(Vedi Tav. XXI, XXII e XXIII fuori testo).

Il problema degli interruttori automatici in olio per le linee a 4000 Volt circa, che alimentano le condutture di contatto dei tronchi ferroviari elettrificati, ha richiesto in questi ultimi anni il più serio esame.

Infatti il progressivo aumento della potenza delle varie centrali alimentanti la rete ferroviaria a trazione elettrica, e anche il progressivo aumento della potenza dei locomotori elettrici, ha imposto l'adozione di tipi di interruttori di capacità e dimensionamenti progressivamente crescenti, passando così, prima di giungere al tipo attuale delle FF. SS., attraverso a cinque o sei tipi di varie ditte.

Nei passaggi da ogni tipo al successivo, oltre all'aumento della capacità e sicurezza di interruzione della corrente, si è cercato di ottenere anche:

1° maggiore sicurezza del personale addetto alle manovre;

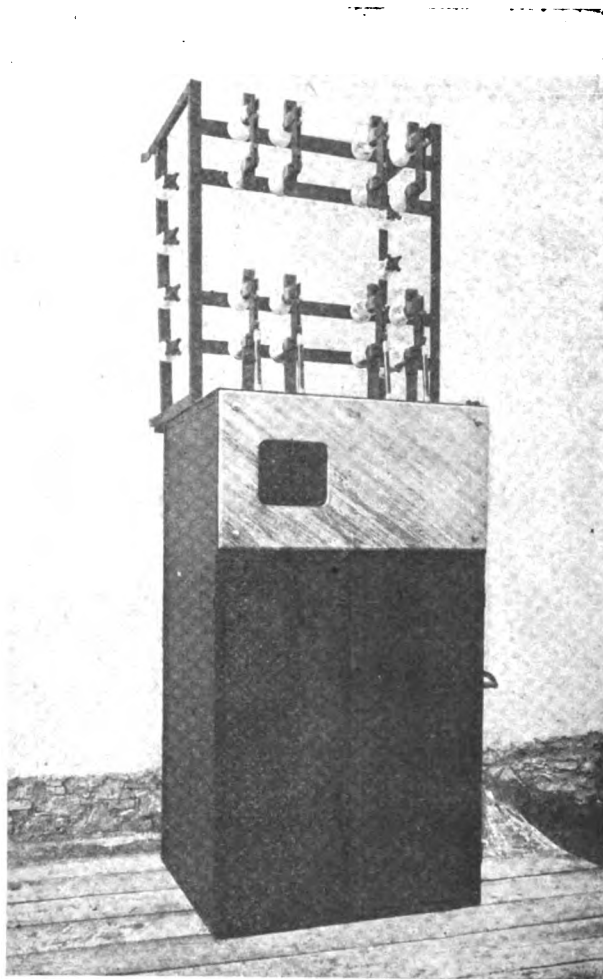



Fig. 1. — Pannello a 4000 Volt e 1200 Ampères chiuso.

2° diminuzione delle quote di ingombro nelle cabine;

3° maggiore facilità di riparazione degli eventuali guasti dell'interruttore, colla minima durata possibile dell'interruzione dell'alimentazione della linea di contatto;

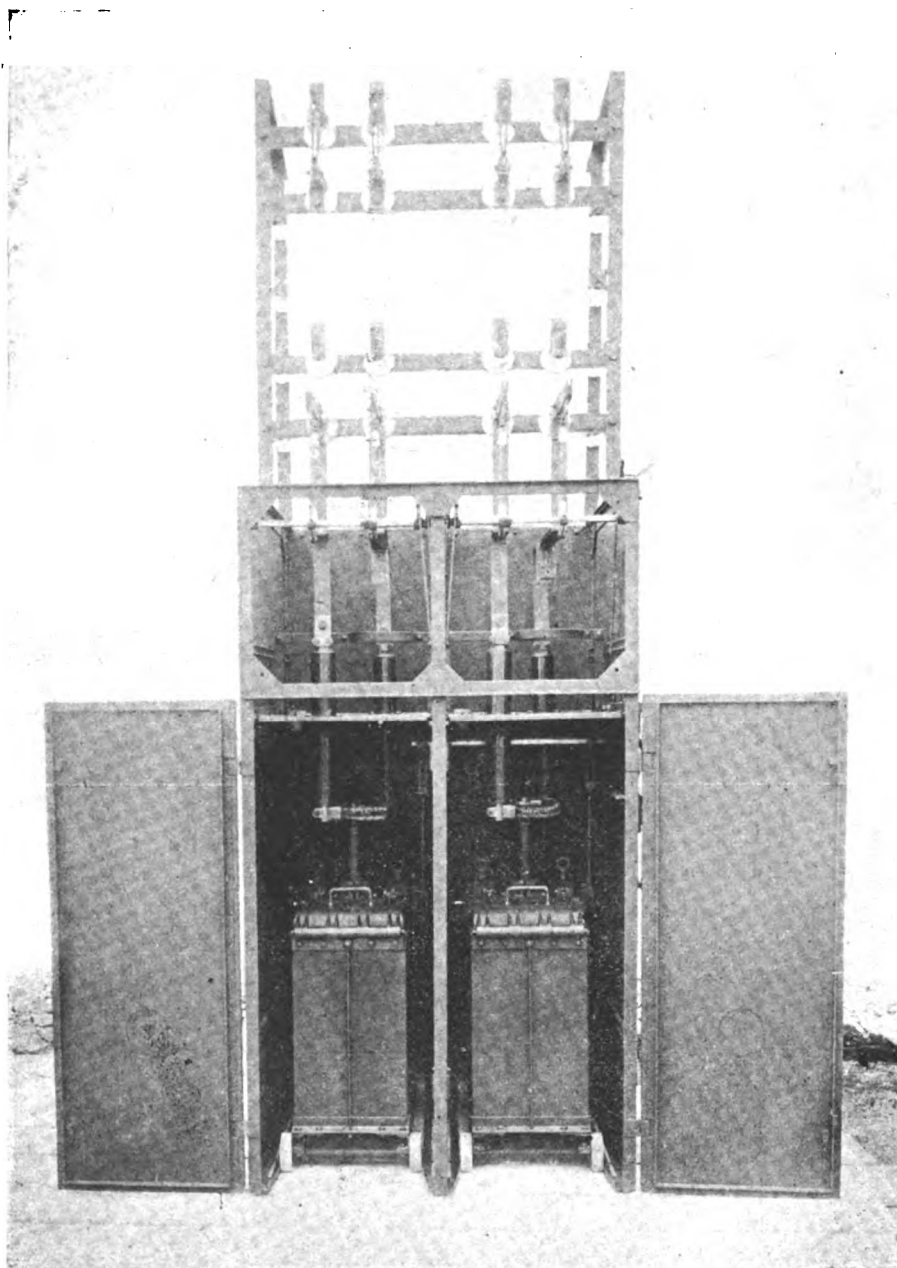



Fig. 2. — Pannello a 4000 Volt e 1200 Ampères aperto.

4° diminuzione del pericolo d'esplosione e di incendio dell'interruttore, all'atto della sua apertura sotto violenti corti circuiti;

5° maggiore facilità, nel caso di incendio di uno degli interruttori di una cabina, di circoscrivere l'incendio al solo interruttore incendiato;

Digitized by Google

6° possibilità di sostituire nel servizio altro interruttore a quello incendiato con grande rapidità.

Il tipo di interruttore in olio per 4000 Volt e 1200 Ampères che si illustra fu studiato in tutti i suoi particolari dalle FF. SS., ed i primi quattro campioni furono costruiti interamente nel Cantiere trazione elettrica di Bologna nel 1922.

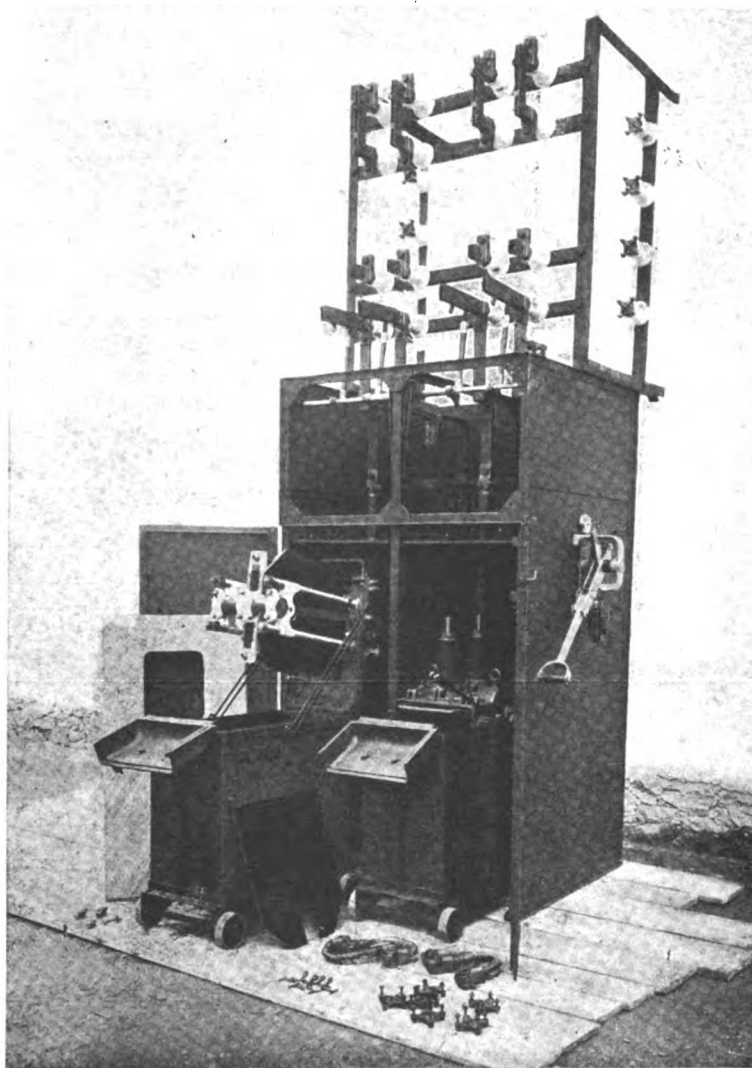



Fig. 3. — Pannello con interruttori a 4000 Volt e 1200 Ampères aperto.

Tali quattro campioni furono messi in servizio sulle linee a trazione elettrica per parecchi mesi, sottoponendoli a tutte le necessarie prove, fra cui numerosi corti circuiti anche provocati appositamente.

Gli interruttori furono ulteriormente migliorati in vari dettagli, secondo le indicazioni di tali prove, dopodichè fu indetta una gara per la costruzione di 150 pannelli, ognuno contenente una coppia di interruttori. Tali pannelli, occorrenti per le linee in corso di elettrificazione, sono ora in consegna da parte delle ditte aggiudicatarie.

Digitized by Google

Devesi notare che la gara, fatta in concorrenza tra molte ditte su disegni delle FF. SS., ha permesso l'acquisto di tali interruttori, che pure sono molto migliorati rispetto ai precedenti tipi speciali di varie ditte, con una economia sugli ultimi tipi di oltre il quaranta per cento.

L'interruttore tipo **FF. SS.** è illustrato nelle fotografie e disegni allegati, tavole **XXI, XXII** e **XXIII.**

La sicurezza del personale nelle manovre è, con tale tipo di interruttore, completa, poichè un semplice sistema di blocco a catenaccio impedisce di aprire la porta di

Fig. 4. — Pannello a 4000 Volt e 1200 Ampères.
Interruttore chiuso.

lamiera di ferro del cassone contenente l'interruttore unipolare prima che siano stati aperti i due coltelli (uno di entrata e uno di uscita della corrente) isolando così l'interruttore sia dalle sbarre omnibus della cabina, sia dalla linea di contatto.

Aperti i coltelli e la porta del pannello, l'interruttore si può estrarre con grande facilità, essendo esso provvisto di rotelle di scorrimento.

La sua revisione e le sue riparazioni possono essere fatte in tutta tranquillità, lontano da qualsiasi pericolo, mentre la parte rimanente del quadro rimane sotto tensione, e anche il pannello stesso, che ha richiesto revisione, può essere immediatamente rimesso in servizio, introducendovi l'interruttore di riserva pronto in ogni cabina.

Tale disposizione permette di ridurre al minimo l'ingombro dei pannelli bipolari nelle cabine, poichè questi sono dei semplici armadi addossati alle pareti, delle dimensioni in pianta di m. 1,10 × m. 1,20.

Digitized by Google

Come si è detto, nel caso di necessità di riparazione di un interruttore, è possibile sostituire rapidamente l'interruttore guasto con uno di riserva. Però tale manovra richiede qualche minuto di tempo e siccome occorre spesso di rimettere tensione sulle linee in tempo anche più breve, è stato studiato lo schema della cabina (tav. XXI) in modo da rendere possibile, mediante la manovra di soli otto coltelli, l'esclusione dal

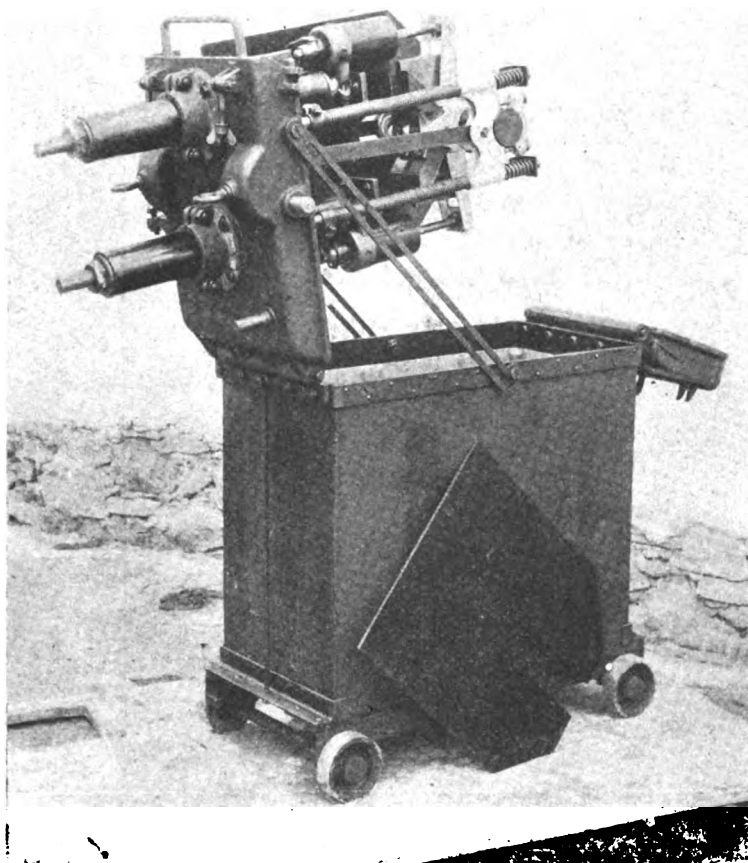



Fig. 5. — Pannello a 4000 Volt e 1200 Ampères. Interruttore aperto.

servizio dell'intero pannello, e la immissione della tensione nella linea interessata, attraverso a qualunque altro dei pannelli esistenti nella cabina.

Tale manovra è fatta in meno di un minuto.

La revisione e riparazione dell'interno dell'interruttore è grandemente facilitata dalla disposizione adottata a due cerniere nel coperchio, per cui il coperchio stesso, diviso in due, si apre girando su due cerniere che sono fissate al cassone.

Una delle due parti del coperchio, ruotando attorno alla sua cerniera, porta con sè tutto l'equipaggio interno e lo porta in una posizione in cui è comodamente ispezionabile e riparabile.

A rendere regolare e sicuro il funzionamento dell'interruttore, nel servizio nor-

Digitized by Google

Fig. 6. — Pannello a 4000 Volt e 1200 Ampères.
Interruttore aperto.

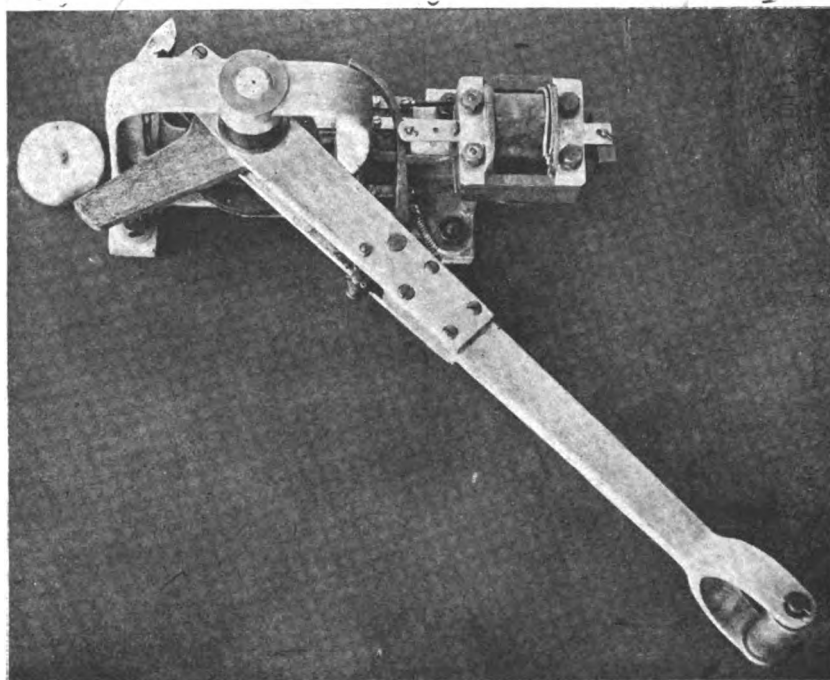
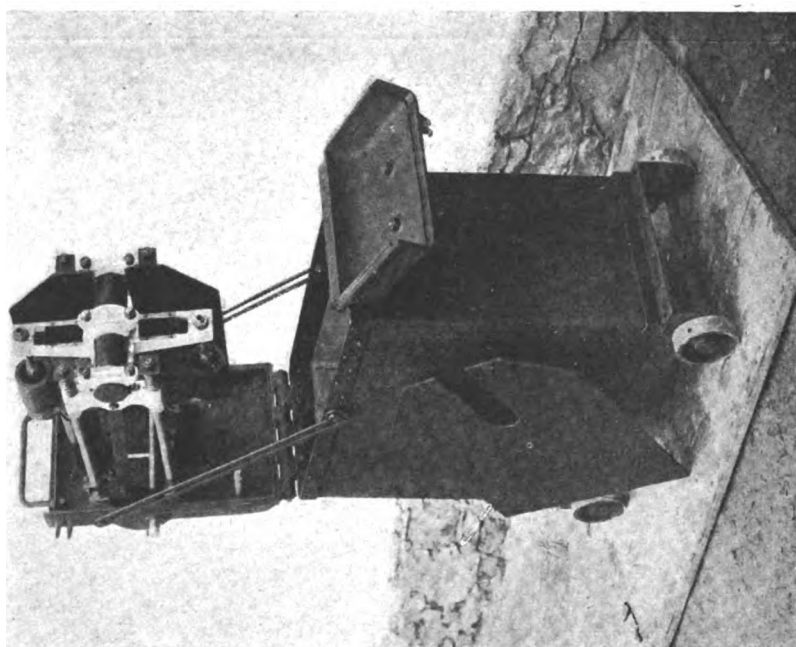



Fig. 7. — Pannello a 4000 Volt e 1200 Ampères.
Dispositivo di comando a mano e di scatto automatico.

male di alimentazione delle linee, occorre garantirsi che i contatti tra le spazzole ed i poli dell'interruttore siano sempre perfetti.

A questo scopo la spazzola principale, che offre la via di passaggio della corrente da un polo all'altro, è leggermente oscillante su un pernio centrale, in modo che, anche nel caso di consumo ineguale dei due estremi di tale spazzola o dell'estremo dei poli, o di

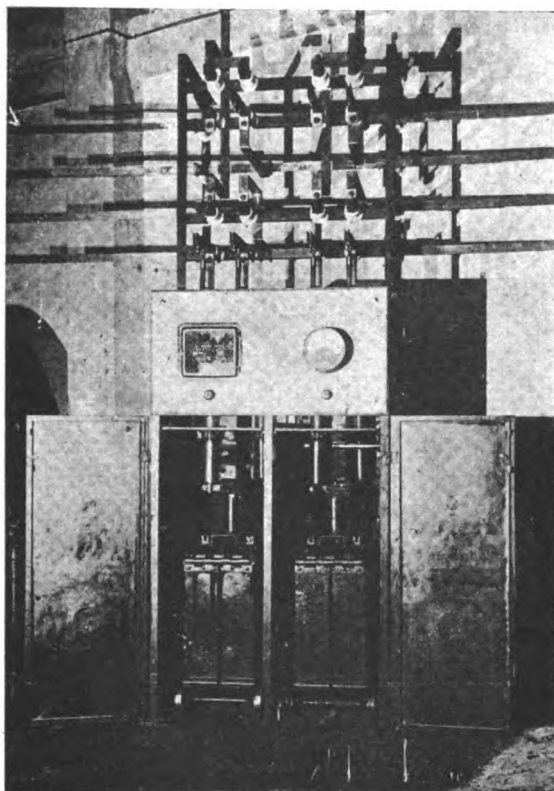



Fig. 8. — Pannelli con due interruttori unipolari automatici in olio per una tensione da 4000 Volt ed una corrente di 1200 Ampères con porte aperte e con sbarre e coltelli montati.

montaggio imperfetto dei poli stessi, la pressione, e quindi la buona conducibilità su ciascuno dei due poli, è automaticamente garantita uguale dalla possibilità di oscillazione che possiede la spazzola.

Ciò è aiutato anche dal piccolo molleggiamento che possiedono i poli.

Tale molleggiamento permette poi ai poli di accompagnare l'equipaggio mobile nella sua corsa all'atto dell'apertura per circa un centimetro e coadiuva a produrre l'apertura stessa in un istante in cui l'equipaggio mobile ha già accelerata la sua corsa; condizione questa che facilita la regolare rottura dell'arco.

Inoltre, per facilitare la rottura dell'arco senza inconvenienti e senza danno ai contatti principali, furono adottati dei contatti ausiliari spegni arco, che mantengono la continuità tra polo e polo per qualche istante dopo il distacco della spazzola principale.

Tali contatti ausiliari si distaccano a loro volta solo quando la spazzola principale si è allontanata dai poli di uno spazio sufficiente a impedire che si riformi l'arco tra spazzola e poli.

Digitized by Google

Inoltre i contatti spegni arco producono la rottura dell'arco dentro una camera detta di esplosione, che racchiude l'arco, e ne impedisce la propagazione alle altre parti dell'interruttore, e l'alta pressione, che i gas prodotti dall'arco formano nella camera d'esplosione, facilita il rapido spegnimento dell'arco stesso.

Naturalmente, sia i contatti principali che quelli ausiliarii, hanno tutte le superfici

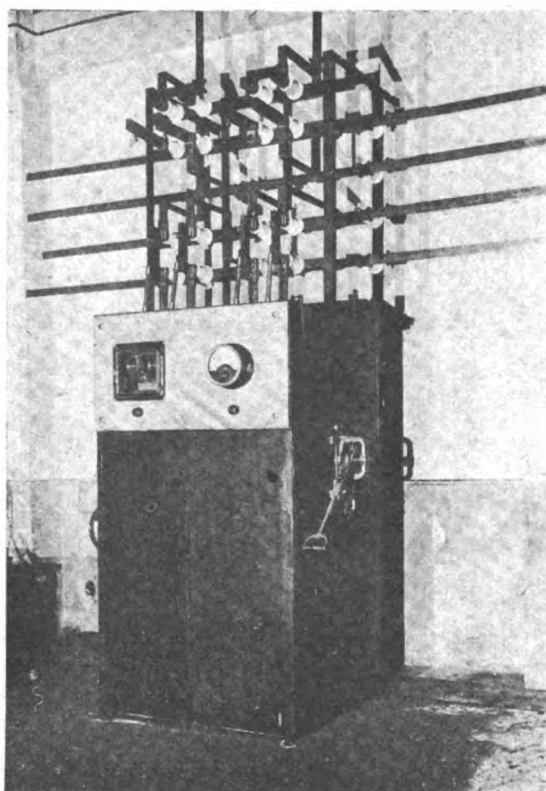



Fig. 9. — Pannelli con due interruttori unipolari automatici in olio per una tensione di 4000 Volt ed una corrente da 1200 Ampères con porte chiuse e con sbarre e coltelli montate.

di contatto facilmente e con poca pesa ricambiabili nel caso di loro danneggiamento per archi o per usura.

Per circoscrivere eventuali incendi che sono sempre da temersi in interruttori in olio, ogni interruttore unipolare, come si vede dalle fotografie e dai disegni allegati, è racchiuso in una custodia di ferro completamente stagna anche superiormente, e nel pavimento viene praticata, sotto l'interruttore, una piccola fossa di raccolta dell'olio, con un tubo di uscita, onde sottrarre l'olio che alimenta le fiamme. È così facilmente salvato anche l'altro interruttore del medesimo pannello e sono salvati i trasformatori di corrente, il relais di scatto, l'amperometro, i coltelli, le sbarre, ecc., situati superiormente, ma protetti dalla lamiera di ferro soprastante all'interruttore.

Gli altri pannelli esistenti nella cabina sono nel modo più assoluto salvaguardati, poichè tra pannello e pannello esiste uno spazio vuoto di circa un metro e mezzo, e la cabina è poi fornita di estintori chimici.

Digitized by Google

Linee telefoniche ferroviarie intercompartimentali, comunicazioni simultanee telegrafico-telefoniche ed apparecchi telefonici sussidiari

(Redatto dall'Ing. R. REGNONI per incarico del Servizio Lavori o Costruzioni delle FF. SS.).

Vari anni or sono l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato installò una coppia di fili di bronzo da 4 millimetri di diametro tra Roma e Firenze. Tale coppia, cordata a circuito telefonico, doveva quasi esclusivamente servire a collegare gli uffici della Direzione Generale situati nella ex. Villa Patrizi a Roma con gli uffici del Servizio Trazione residenti a Firenze. In seguito però si manifestò l'opportunità di costituire una rete telefonica intercompartimentale, onde dar modo di comunicare da Roma con le sedi dei Compartimenti distaccati, i quali tutti o quasi sono per la loro ubicazione centri importanti di traffico ferroviario. Si prolungò allora il predetto circuito telefonico da Firenze a Bologna ed in seguito da Bologna a Milano. Necessità di guerra avevano poi già dal 1917 imposto la posa del telefonico ferroviario Bologna-Venezia e subito dopo la guerra (1919)fu facile attivare il Venezia-Trieste e il Venezia-Trento, servendosi in gran parte di circuiti già preesistenti. Inoltre, quando saranno cessate le ragioni che attualmente impongono alla nostra Amministrazione le maggiori economie, potrà essere completata la suddetta rete telefonica a nord di Roma (posando primieramente il Circuito Milano-Genova e Milano-Torino) che potrà venire estesa, in seguito, anche verso il sud.

L'ammortamento del costo di impianto di tali circuiti risulterà di gran lunga inferiore alle quote pagate oggi dall'Amministrazione Ferroviaria a quella delle Poste e Telegrafi per effettuare comunicazioni, col vantaggio inoltre della speditezza del servizio dovuta, se non ad altro, al fatto di essere i circuiti stessi esclusivamente destinati a comunicazioni ferroviarie.

Inoltre, durante la guerra, dall'aumento notevolissimo del traffico che si verificò specialmente in certi Compartimenti (di Firenze, Bologna, Milano e Venezia) derivò la necessità di migliorare le comunicazioni tra le Direzioni Compartimentali e le località più importanti sedi di ispettorati di riparto, di deposito locomotive, di depositi del personale viaggiante, ecc. Ragioni di economia e sopratutto la necessità di realizzare le predette comunicazioni nel più breve tempo possibile indussero l'ufficio competente a studiare un tipo di apparecchio telefonico simultaneo che fornisse la possibilità di realizzare in modo pratico e celere circuiti telefonici, servendosi in simultanea degli stessi fili del telegrafo Morse che, fino ad allora, aveva costituito l'unico mezzo di comunicazione tra uffici e tra stazioni ferroviarie.

L'Ufficio competente ebbe a assolvere il suo compito con esito veramente felice, e sull'argomento si ebbe occasione di riferire in questa rivista [1]. L'apparecchio

[1] Vedi *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, anno VI, vol. XII, n. 7, luglio 1917: *Considerazioni sul funzionamento dei telefonofori in generale e descrizione dei telefonofori Castelli.*

Digitized by Google

simultaneo, sotto il nome convenzionale di *telefonoforo*, ebbe ad estendersi in modo imprevisto, fornendo la possibilità di collegare tra loro in maniera economica e pronta località distanti tra loro molte diecine di chilometri. In alcuni circuiti si riuscirono a derivare fino a 6 o 7 apparecchi, raggiungendo anche distanze di 150 chilometri su filo di ferro da 4 millimetri ed oltre 250 chilometri su filo di bronzo dello stesso diametro.

In varie Direzioni Compartimentali come, per esempio, Firenze, Bologna, Milano si vennero a costituire dei veri centralini telefonoforici con venti e più circuiti facenti capo ad essi e tutto ciò senza alcuna spesa per impianto di linee.

Negli uffici compartimentali si sentì il bisogno di dare il mezzo ad alcuni tra i funzionari dirigenti di comunicare con le località collegate ai centralini telefonoforici e in un primo tempo si impiantarono nell'ufficio di questi funzionari degli apparecchi telefonoforici, sovrapponendo così all'impianto telefonico già esistente nella camera e collegato di solito al centralino ferroviario locale un altro impianto del tutto indipendente dal primo.

D'altra, parte l'apparecchio telefonico ordinario si dimostrò subito insufficiente allorchè si attivarono le coppie telefoniche intercompartimentali, di cui ho parlato in principio, ogni volta che cattive condizioni di linea rendevano difficili le comunicazioni tra località distanti tra loro varie centinaia di chilometri (Roma-Bologna; Roma-Milano; Roma-Venezia; Roma-Trieste).

Dall'apparecchio telefonico ordinario, costruito e regolato comunemente per corrispondere tra persone residenti nello stesso palazzo o tutto al più nella stessa città, non è lecito infatti presumere un funzionamento regolare quando le località distino tra loro centinaia di chilometri. Invece ciò è quanto comunemente si pretende. Tutti però, oramai, sanno quanto penosa riesca una comunicazione a lunga distanza quando le condizioni di linea non siano buone, e sono oramai noti a tutti gli studi tendenti ad ampliare le correnti telefoniche mediante relais meccanici e, in questi ultimi anni, mediante relais a valvole ioniche intercalate *in linea*. In Italia tali studi e tali applicazioni si stanno svolgendo attualmente; ma all'estero, ed in modo speciale in America, già da qualche anno sono installate centrali telefoniche di amplificazione per rendere possibili conversazioni tra località molto lontane. È oramai divenuta famosa la linea New York-San Francisco, tra città situate lungo la costa dell'Atlantico e città lungo la costa del Pacifico, linea costituita da quattro conduttori di rame, lunga circa 3400 miglia, utilizzata per tre comunicazioni telefoniche e quattro telegrafiche simultanee in ciascuna direzione, sulla quale sono installati sei amplificatori telefonici situati a Pittsburg, Chicago, Omaha, Denver, Salt Lake City e Winnemucca.

Ma la nostra Amministrazione non può, almeno per ora, mettersi su questa via. La notevole complicazione degli apparecchi, il bisogno di *formare* e di tenere a disposizione del personale specializzato per la installazione ed il governo dei relais amplificatori che occorre regolare a seconda delle condizioni delle linee, l'alto costo di essi, e infine, l'esiguità del numero di tali circuiti telefonici ferroviari a lunga distanza (soltanto relativamente lunghi, perchè si superano raramente i 1000 chilometri con fili di bronzo quasi dappertutto del diametro di 4 millimetri) sconsiglia per noi, almeno per ora, l'uso dei relais amplificatori intercalati *in linea*.

Sugli amplificatori *in arrivo* conviene osservare che purtroppo essi amplificano voce

Digitized by Google

e rumori e quindi sono utili soltanto in caso di correnti di conversazione che giungano deboli, ma su linee perfettamente o quasi silenziose.

Non resta quindi che considerare il modo più pratico di amplificare le correnti microfoniche *in partenza*.

Per raggiungere tale scopo, si pensò, in un primo tempo, all'adozione di relais amplificatori termoionici; ma è noto che tale mezzo comporta:

a) l'uso di valvole ioniche costose, soggette a consumo e a frequenti ricambi;

b) l'uso di accumulatori per l'accensione dei filamenti delle dette valvole;

c) l'uso di batterie anodiche (molte diecine di volt).

A questi inconvenienti comuni agli amplificatori *in linea* ed *in arrivo* si aggiungono difficoltà tecniche per passare dalla condizione di trasmissione a quella di ricevimento.

Ciò premesso, sorse spontanea l'idea di risolvere i varî quesiti suaccennati con mezzi più semplici, convinti che alla semplicità va di solito accoppiata l'economia e la praticità di funzionamento.

Si studiò così un apparecchio che venne chiamato « sussidiario » dell'apparecchio microtelefonico normale, con le seguenti caratteristiche:

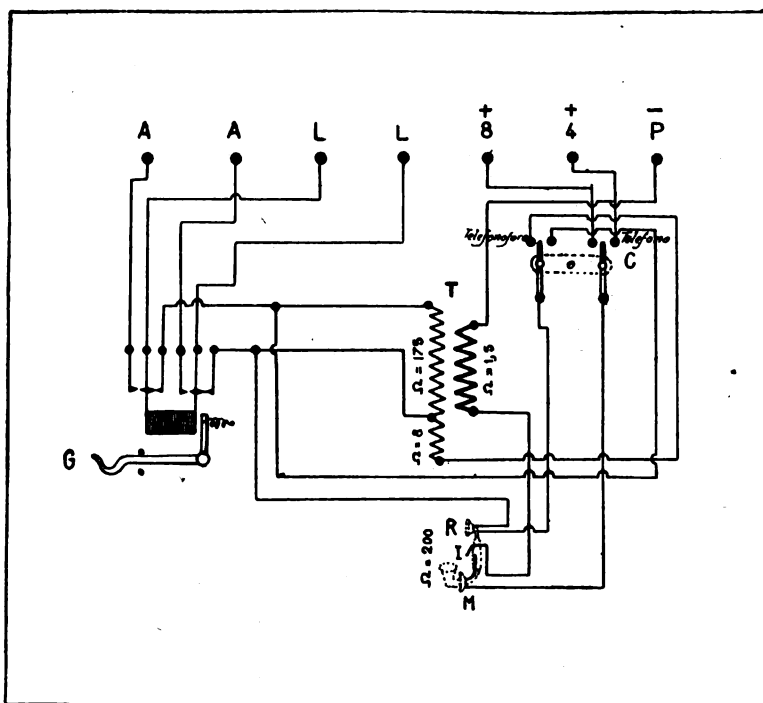
a) Non ha organi per eseguire la chiamata, nè organi per riceverla, manca cioè di magnete e di suoneria polarizzata.

b) Ha un microfono ad alta intensità ed un rocchetto di induzione ad esso proporzionato che rende possibile l'impiego in partenza di una molto maggiore quantità di energia (la corrente è fornita da qualche elemento di accumulatore e questa è l'unica complicazione in confronto di un apparecchio ordinario).

c) È inserito nella stessa linea facente capo all'apparecchio telefonico ordinario ed ha un gancio commutatore così costruito che, col solo fatto di distaccare o di appendere ad esso il microtelefono, si porta la linea telefonica rispettivamente sull' apparecchio sussidiario o si riporta sull apparecchio comune. In tal modo si e v i t a il commutatore noioso a manovrarsi e che può essere dimenticato in posizione tale da isolare la suoneria e il magnete del telefono comune.

A chi a tutto ciò obbiettasse che sarebbe stato più semplice sostituire addirittura all'apparecchio comune un apparecchio di maggiore potenza, si potrebbe ri-

Fig. 1.

Digitized by Google

spondere che ciò non si è fatto perchè non è opportuno. A breve distanza un apparecchio potente come quello sussidiario produce disturbo nel ricevitore a cui è collegato. La voce giunge troppo intensa e rimbombante e quindi confusa. Chi ascolta è costretto a tenere il ricevitore lontano dall'apparecchio ed a pregare il corrispondente di parlare a bassa voce per evitare sensazioni qualche volta fortemente dolorose.

Un altro perfezionamento è stato possibile di apportare a tale apparecchio telefonico sussidiario. Si è collegato il ricevitore telefonico in derivazione anzichè in serie sul secondario del rocchetto di induzione e si è potuto sperimentalmente constatare che ciò è vantaggioso per comunicazioni a lunga distanza. Ma in questo modo è stato anche possibile (vedi schema figura 1) di attenuare in arrivo, mediante la manovra di una semplice leva di commutazione, i rumori dovuti ai disturbi di una linea telefonica non perfettamente equilibrata od anche a semplice filo. Ciò nell'intento di raggiungere due scopi:

1° Rendere più facile, realizzando uno schema analogo a quello di un telefonoforo Castelli [1], la corrispondenza quando la linea non è in buone condizioni.

2° Rendere con questo stesso apparecchio sussidiario possibile la corrispondenza con tutti i posti collegati ad un centralino telefonoforico risparmiando l'installazione di un telefonoforo.

Fig. 2.

Bastò semplicemente, per questo secondo scopo, collegare a mezzo di un traslatore il centralino telefonico ordinario al centralino telefonoforico e si evitò così di dover installare nei fabbricati conduttori costituenti una rete telefonoforica distinta e direi quasi sovrapposta alla rete telefonica propriamente detta come si era dapprima praticato. Conseguenze: economia di materiali e semplicità di impianti.

[1] Vedi articolo succitato.

Digitized by Google

L'apparecchio, costruito in poco più che un centinaio di esemplari, risultò di dimensioni ridotte (vedi fig. 2) e quindi di minimo ingombro e fu distribuito soltanto a quei funzionari che, per le loro speciali mansioni, debbono corrispondere abitualmente con località molto distanti o con altre allacciate a centralini telefonoforici. L'uso dell'apparecchio è molto semplice: Quando si viene chiamati da tali località si riattacca al proprio gancio il ricevitore o il microtelefono dell'apparecchio ordinario e si usa il microtelefono dell'apparecchio sussidiario, avendo l'avvertenza di spostare l'apposito commutatore se la linea è molto rumorosa o se si parla con un posto telefonoforico. Con tale manovra si aumenta l'energia in partenza, aumentando la tensione applicata al circuito del microfono, e si attenua il rumore in arrivo derivando il ricevitore da un piccolo numero di spire del secondario del rocchetto di induzione, con che si viene a trasformare l'apparecchio sussidiario in un vero e proprio telefonoforo Castelli.

Se invece si vuol chiamare, basta servirsi del magnete dell'apparecchio ordinario come al solito e poi staccare ed usare il microtelefono dell'apparecchio sussidiario.

Con esso dunque si è riusciti a parlare, per esempio, da Roma, non soltanto con Cassino, con Orte e con Avezzano (località collegate al centralino telefonoforico di Roma Termini), ma anche con Pistoia, con Livorno, con Pisa, con Empoli, con Chiusi, con Arezzo (località collegate al centralino telefonoforico di Firenze); con Ferrara, con Parma, con Ravenna (località collegate al centralino telefonoforico di Bologna), ecc.

D'altra parte si è riusciti, inoltre, a corrispondere su linee telefoniche ordinarie anche in casi in cui, per condizioni di linea, la conversazione con l'apparecchio microtelefonico ordinario riusciva difficile od anche impossibile ed a rendere sollecite ed agevoli comunicazioni a lunga distanza che non di rado, anche in condizioni di linea mediocri, riuscivano addirittura penose.

Le ferrovie esercitate dall'industria privata

È in corso di stampa e sarà fra breve pubblicata, a cura dell'Ispettorato Generale delle Ferrovie, Tramvie ed Automobili, la *Raccolta dei dati statistici per l'anno* 1922 *sulle ferrovie concesse, le funicolari, le tramvie — extraurbane ed urbane —, i servizi automobilistici e di navigazione interna, lacuale e lagunare.*

Migliorata ed ampliata, in confronto di quella per il 1920, con la inclusione delle notizie sui servizi pubblici delle nuove province e sulle linee automobilistiche esercitate in tutto il regno mediante autorizzazione provvisoria, e con una più esatta impostazione ed esposizione dei dati sulle tramvie urbane, la pubblicazione presenta un quadro generale e completo dei servizi pubblici di trasporto che vengono esercitati dalla industria privata.

Accogliendo i voti manifestati anche in questa rivista [1], vengono pubblicati, per le ferrovie e per le tramvie, anche i dati sulle spese di esercizio divise nei loro principali titoli: onde è possibile, in tal modo, avere sotto occhio gli elementi più importanti sull'esercizio di questi mezzi di trasporto.

Diamo qui appresso, per gli studiosi della materia, un riassunto dei dati più interessanti sulle ferrovie, con i rapporti e le medie deducibili.

[1] Vedi fascicolo del maggio 1923, pag. 175.

Digitized by Google

N. d'ordine	DITTA O SOCIETÀ ESERCENTE	LINEE ESERCITATE	Sistema di trazione	Lunghezza di esercizio (in km.)
1	Ferrovie dello Stato (esclusa navigazione)	Intera rete	Vap. Elett.	16.473,268
2	Soc. An. Canavese Torino-Ceres	Torino-Ceres	Elettrica	42,600
3	Soc. An. Strada ferrata Centrale del Canavese	Torino-Castellamonte Rivarolo-Ponte	Vapore	57,500
4	Soc. An. Strada ferrata di Biella	Santhià-Biella	Vapore	29,900
5	Soc. Generale di Ferrovie Economiche	Biella-Balma Biella-Valle Mosso Biella-Mongrando (1)	Vapore	40,900
6	Soc. An. Ferrovia di Valle Sessera	Grignasco-Coggiola	Vapore	14,500
7	Ditta Crosetti e Forzano	Fossano-Cave della Rocchetta	Vapore	31,900
8	Soc. An. Tramways a vapore della provincia di Alessandria	Tortona-Castelnuovo Scrivia	Vapore	8,700
9	Soc. Prealpina di Trasporti	Menaggio-Porlezza	Vapore	12,100
10	Soc. Varesina per Imprese Elettriche	Varese-Luino Ghirla-Ponte Tresa	Elettrica	35,700
		Ponte Tresa-Luino	Vapore	12,100
11	Soc. An. Ferrovie Nord Milano	Milano-Saronno Milano-Erba Seveso-Camnago Saronno-Como Saronno-Varese Como-Laveno Novara-Seregno Castellanza-Cairate Cairate-Confine svizzero Erba-Asso	Vapore	257,300
12	Soc. An. Ferrovia Monza-Molteno-Oggiono	Monza-Molteno	Vapore	29,200
13	Soc. An. Ferrovia Val Brembana	Bergamo-S. Giovanni in Bianco	Elettrica	30,000
14	Soc. An. Ferrovia Val Seriana	Bergamo-Clusone	Vapore	34,600
15	Soc. An. Ferrovia Alta Valtellina	Sondrio-Tirano	Vapore	25,900
16	Soc. Nazionale di Ferrovie e tramvie. *Direzione di Iseo*	Brescia-Iseo Iseo-Edolo Rovato-Iseo Bornato-Paderno Soresina-Soncino	Vapore	136,600
17	Soc. Nazionale di Ferrovie e Tranvie. *Direzione di Porto S. Stefano*	Orbetello-Porto S. Stefano	Vapore	13,100
18	Amministrazione provinciale di Brescia	Rezzato-Vobarno	Vapore	26,000
19	Società Veneta – *Direzione Verona*	Verona-Caprino Affi-Garda	Vapore	45,400
20	Società Veneta – *Direzione Schio*	Torrebelvicino-Arsiero Thiene-Rocchette Rocchette-Asiago	Vapore	54,500
21	Società Veneta – *Direzione Udine*	Conegliano-Vittorio Stazione per la Carnia-Villasantina Cividale-Udine	Vapore	47,800

(1) Fino al 10 aprile 1922, epoca in cui la linea ha cessato di essere esercitata come ferrovia.

Digitized by Google

Movimento in treni-km		Personale			Prodotti dell'esercizio				Spese dell'esercizio			Coefficiente di esercizio
Complessivo	per km. di linea	Complessivo	per km. di nea	per 1000 tr.-km.	Complessivi	per km. di linea	per tr.-km.	per agente	Complessivo	per km. di linea	per tr.-km.	
112.778.024	6.846	224.888	13,65	1,99	3.013.105.213	182.908	26,70	13.398	4.247.924.824	257.867	17,65	140,90
380.800	8.938	403	9,46	1,06	5.760.000	135.211	15,10	14.293	5.715.800	134.173	15,00	99,23
258.000	4.400	311	5,40	1,88	4.079.100	70.940	24,75	13.116	3.527.400	61.346	21,40	86,47
164.900	5.515	237	7,92	1,44	5.471.300	182.987	33,20	16.235	5.197.300	173.822	31,50	94,99
83.000	2.029	130	3,17	1,56	1.387.500	33.924	16,70	10.673	1.610.300	39.371	19,40	16,05
37.500	2.586	75	5,17	2,00	672.000	46.345	17,90	8.960	876.300	60.434	23,35	130,40
69.300	2.172	80	2,50	1,15	476.400	15.934	6,85	5.955	747.000	23.416	10,75	156,80
18.200	2.092	14	1,60	0,77	120.500	13.850	6,65	8.607	168.600	19.379	9,25	139,91
41.200	3.405	43	3,55	1,04	356.200	29.438	8,65	8.281	487.600	40.297	11,85	136,88
346.300	9.700	146	4,08	0,42	1.282.600	35.927	3,70	8.785	1.597.000	44.733	4,60	124,51
23.300	1.926	34	2,81	1,15	207.600	17.157	8,90	6.106	395.300	32.669	16,95	190,41
1.800.000	6.996	2.494	9,69	1,38	41.886.500	102.666	23,25	16.795	32.223.900	125.141	17,90	76,93
149.00)	5.103	112	3,83	0,75	1.992.500	68.236	13,35	28.560	2.031.000	69.554	13,65	101,93
192.000	6 400	226	7,53	1,17	3.345.300	111.510	17,40	14.8'2	3.173.000	105.766	16,50	94,85
140.000	4.046	295	8,52	2,10	4.232.100	122.254	30,20	14.346	4.584.100	132.488	32,75	108,31
87.000	3.359	102	3,93	1,17	1.578.200	60.934	18,15	15.472	1.535.100	59.270	17,65	97,26
420.800	3.081	652	4,77	1,54	9.256.600	67.764	22 —	14.197	9.619.400	70.420	22,85	103,91
38.000	2.900	51	3,89	1,34	588.300	44.908	15,50	11.535	610.500	46.603	16,05	103,77
80.300	3.058	61	2,34	0,75	1.312.100	50.465	16,35	21.509	1.365.600	52.523	17,00	104,07
106.400	2.343	102	2,24	0,95	1.326.000	29.207	12,45	15.000	1.525.000	33.590	14,35	115 —
145.000	2.660	213	3,90	1,46	2.289.200	42.000	15,80	10.477	3.153.600	57.864	21,75	137,75
160.300	3.353	226	4,72	1,40	4.497.600	94.099	28,05	19.900	3.905.400	81.702	24,35	86,83

Digitized by Google

N. d'ordine	DITTA O SOCIETÀ ESERCENTE	LINEE ESERCITATE	Sistema di trazione	Lunghezza di esercizio (in km)
22	Società Veneta – *Direzione Padova*	Piove-Adria	Vapore	29,300
23	Società Veneta – *Direzione Parma*	Parma-Suzzara	Vapore	43,400
24	Società Veneta – *Direzione Ferrara*	Ferrara-Cento Cento-Persiceto Decima-Modena Ferrara-Copparo	Vapore	91,100
25	Società Veneta – *Direzione Bologna*	Bologna-Portomaggiore Bologna-Massalombarda	Vapore	87,400
26	Società Veneta – *Direzione Arezzo*	Arezzo-Stia	Vapore	44,100
27	Soc. Etschwerke	Bolzano-Collefratto	Elettrica	11,700
28	Soc. Ferrovia Alta Anaunia (1)	Dermulo-Mendola	Elettrica	23,700
29	Soc. Ferrovia Transatesina	Bolzano-S. Antonio	Elettrica	16,700
30	Soc. Ferrovia Padova-Piazzola	Padova-Piazzola	Vapore	16,700
31	Ditta Ercole Binetti	Cividale-Caporetto	Vapore	27,800
32	Soc. Ferrovia Suzzara-Ferrara	Suzzara-Ferrara	Vapore	81,400
33	Consorzio Cooperative di Reggio Emilia	Reggio-Ciano Barco-Montecchio	Vapore	29,600
34	Soc. Ferrovie Reggio Emilia	Guastalla-Sassuolo Bagnolo-Carpi	Vapore	69,800
35	Soc. Emiliana Ferrovie e Tramvie	Sassuolo-Mirandola Cavezzo-Finale Modena-Vignola Spilamberto-Bazzano	Vapore	100,200
36	Soc. Ferrovia Val Senio	Castelbolognese-Riolo	Vapore	9,300
37	Soc. Italiana Ferroviaria Costruzione ed Esercizi.	Imola-Fontanelice	Vapore	18,000
38	Soc. Ferr. e Tramvie Padane – *Direzione Ferrara.*	Ostellato-Porto Garibaldi	Vapore	28,500
39	Soc. Ferr. e Tramvie Padane – *Direzione Rimini.*	Rimini-Mercatino	Vapore	35,600
40	Soc. Ferr. e Tramvie Padane – *Direzione Fano.*	Fano-Fermignano	Vapore	43,200
41	Soc. Ferrovia Marmifera di Carrara		Vapore	26,000
42	Soc. Ferr. Poggibonsi-Colle Val d'Elsa	Poggibonsi-Colle Val d'Elsa	Vapore	7,400
43	Soc. Ferr. S. Ellero-Saltino	S. Ellero-Saltino	Vapore	7,900
44	Soc. Ferr. Massa Marittima Follonica Porto	Massa Marittima-Follonica Porto	Vapore	25,100
45	Soc. Ferr. di Montepulciano	Montepulciano-Stazione	Vapore	10,300
46	Soc. Ferrovie Appennino Centrale	Arezzo-Fossato	Vapore	133,800
47	Soc. Strade ferrate del Mediterraneo – *Direzione Perugia.*	Umbertide-Terni Perugia-Ponte S. Giovanni	Elettrica	112,900
48	Id. *Direzione Bari*	Castrovillari-Spezzano Cosenza-Soveria Pedace-S. Pietro Gioia-Seminara Porto S. Venere-Monteleone Bari-Matera Potenza-Pignola	Vapore	229,100

(1) Per il solo periodo sociale dal 20 maggio al 31 dicembre.

Digitized by Google

Movimento in treni-km.		Personale			Prodotti dell'esercizio				Spese dell'esercizio			Coefficiente di esercizio
Complessivo	per km. di linea	Complessivo	per km. di linea	per 1000 tr.-km.	Complessivi	per km. di linea	per tr.-km.	per agente	Complessivo	per km. di linea	per tr.-km.	
80.900	2.764	131	4,47	1,61	2.451.200	83.658	30,30	18.711	1.701.700	58.078	21,05	69,42
109.700	4.527	143	3,29	1,30	1.985.300	45.744	18,20	13.883	2.175.100	50.117	19,85	109,56
235.900	2.589	311	3,41	1,31	3.425.400	37.600	14,55	11.014	4.191.400	46.008	17,75	122,36
226.800	2.594	255	2,91	1,12	3.589.400	41.068	15,85	14.076	4.383.500	50.154	19,30	122,12
113.800	2.580	184	4,17	1,61	1.613.900	36.596	14,20	8.771	2.263.200	31.319	19,90	140,23
133.000	11.367	57	4,87	0,42	596.600	50.991	4,50	10.466	787.300	67.290	5,90	131,96
64.100	2.704	48	2,02	0,74	453.700	19.193	7,05	9.452	695.300	29.387	10,85	153,25
77.400	4.634	52	3,11	0,67	639.400	38.287	8,25	12.296	604.500	36.197	7,80	94,54
49.400	2.958	66	3,95	1,33	1.093.100	65.455	22,15	16.560	1.210.400	72.749	24,50	110,73
98.500	3.579	76	2,73	0,77	399.800	14.381	4,05	5.260	522.700	18.802	5,30	130,74
281.500	3.458	223	2,73	0,79	5.665.900	69.605	20,10	25.407	5.169.800	63.511	18,35	91,24
85.500	2.888	112	2,78	1,30	1.470.000	49.662	17,20	13.125	1.560.600	52.905	18,25	106,16
219.800	3.149	318	4,55	1,44	4.504.200	64.530	20,50	14.164	4.413.500	63.230	20,05	97,98
333.800	3.331	379	3,78	3,78	3.846.100	38.384	10,12	19.148	3.914.000	39.001	11,73	101,76
18.900	2.032	19	2,04	1,00	148.400	15.956	7,85	7.810	271.300	29.172	14,35	182,81
39.600	2.200	57	3,16	1,43	398.300	22.127	10,05	6.988	688.900	38.272	17,40	172,96
50.200	1.761	58	2,03	1,15	302.900	10.628	6,05	5.222	768.300	26.957	15,40	253,64
47.400	1.831	71	1,99	1,49	500.500	14.058	10,55	7.049	934.600	26.252	19,70	186,73
74.600	1.726	120	2,77	1,60	754.700	17.469	10,15	6.289	1.455.900	33.701	19,50	192,01
41.500	1.596	267	10,26	6,43	1.098.400	273.015	171,05	26.585	7.224.800	277.876	174,10	101,78
23.700	3.202	36	4,86	1,51	589.200	79,621	24,85	16.366	454.800	61.459	19,20	77,18
3.425	433	24	3,03	7,00	101.800	12.886	29,70	4.241	268.800	34.025	78,45	264,04
74.200	2.956	95	3,78	1,28	1.659.900	66.131	22,35	17.472	1.868.900	74.458	25,15	112,59
30.200	2.932	42	4,06	1,39	124.700	12.106	4,15	2.969	476.100	46.223	15,75	381,19
326.800	2.442	320	2,89	0,97	2.844.700	21.260	8,70	8.889	4.659.700	34.825	14,25	163,80
442.500	3.919	318	2,81	0,71	3.281.100	29.052	7,40	10.317	4.367.800	38.687	9,85	133,12
374.000	1.632	839	3,66	2,24	3.834.400	16.736	10,25	4.581	7.840.000	34.220	20,95	204,46

Digitized by Google

N. d'ordine	DITTA O SOCIETÀ ESERCENTE	LINEE ESERCITATE	Sistema di trazione	Lunghezza di esercizio (in km.)
49	Soc. Ferrovie e Imprese Elettriche	Castelraimondo-Camerino	Elettrica	11,100
50	Soc. Ferrovie Adriatico-Appennino – *Direzione Fermo*	Porto S. Giorgio-Amandola	Vapore	59,300
51	Idem Direzione Lanciano	S. Vito-Castel di Sangro Marina Ortona-Crocetta Archi-Atessa	Vapore	139,200
52	Soc. Ferr. Roma Nord	Civitacastellana-Viterbo	Elettrica	44,500
53	Soc. Ferr. Mandela-Subiaco	Mandela-Subiaco	Vapore	22,700
54	Soc. An. Ferrovie Vicinali	Roma-Frosinone S. Cesareo-Frascati Vico nel Lazio-Guarcino Fiuggi-Fonte	Elettrica	184,900
55	Soc. Industriale Aterno	Aquila-Capitignano	Vapore	31,200
56	Soc. Ferrovia di Chieti	Chieti-stazione	Elettrica	5,600
57	Soc. Ferr. Agnone-Pescolanciano	Agnone-Pescolanciano	Elettrica	37,500
58	Compagnia Chemins de fer du Midi de l'Italie	Napoli-Capua Napoli-Piedimonte	Elettrica Vapore	82,000
59	Soc. Ferrovie Napoletane	Napoli-Torregaveta	Vapore	19,700
60	Soc. Ferr. Napoli-Nola-Baiano	Napoli-Nola-Baiano	Vapore	37,800
61	Soc. Strade Ferrate Meridionali	Napoli-Sarno Napoli-Poggiomarino	Vapore Elettrica	74,100
62	Thos Cook e Son	Pugliano-Funicolare e Funicolare del Vesuvio	Elettrica	8,300
63	Soc. Strade Ferrate Sovvenzionate	Cancello-Benevento	Vapore	48,200
64	Soc. Ferrovie Sussidiate	Bari-Locorotondo Bari-Putignano	Vapore	119,000
65	Soc. Ferrovie Salentine	Nardò-Maglie Lecce-Francavilla Lecce-Nardò Casarano-Gallipoli	Vapore	205,500
66	Soc. Siciliana Lavori Pubblici	Catania-Riposto	Vapore	113,500
67	Soc. Ferrovie Secondarie	Siracusa-Ragusa	Vapore	96,400
68	Soc. Ferrovie Complementari per la Sardegna	Cagliari-Arbatax Mandas-Sorgono Gairo-Ierzu Villacidio-Isili Villamar-Ales Bosa-Macomer Macomer-Nuoro Tirso-Chilivani Sassari-Alghero Monti-Tempio	Vapore	692,200

(1) Non è stato possibile stabilire le spese di esercizio della Ferrovia Alifana, perchè i documenti o gli elementi relativi alla gestio-

Digitized by Google

Movimento in treni-km.		Personale			Prodotti dell'esercizio				Spese dell'esercizio			Coefficiente di esercizio
Complessivo	per km. di linea	Complessivo	per km. di linea	per 1000 tr.-km.	Complessivi	per km. di linea	per tr.-km.	per agente	Complessivo	per km. di linea	per tr.-km.	
83.900	7.558	40	3,60	0,47	228.500	20.585	2,70	5.712	529.300	47.684	6,30	231,64
84.700	1.428	162	2,73	1,91	918.700	15.492	10,85	5.670	1.773.200	29.902	20,95	193,01
197.300	1.419	408	2,89	2,03	2.261.600	16.247	11,45	5.611	4.191.800	30.109	31,10	185,32
162.400	3.649	146	3,28	0,90	890.600	20.013	5,50	6.100	1.620.500	36.415	9,95	181,95
37.000	1.629	52	2,29	1,40	464.900	20.480	21.55	8.940	636.900	28.057	17,20	136,99
749.800	5.558	665	4,92	0,88	4.653.200	34.493	6,20	6.997	8.621.700	63.911	11,50	185,38
42.100	1.349	60	1,92	1,42	398.100	12.759	9,50	6.635	602.100	19.298	14,30	151,24
105.100	18.767	59	10,53	0,56	540.900	96.589	5,15	9.167	778.800	139.071	7,40	143,98
105.000	2.800	87	2,32	0,82	394.200	10.512	3,75	4.531	970.300	26.224	9,25	246,14
453.700	5.533	346	4,21	0,76	3.173.200	38.697	7,20	9.171	(1)	(1)	(1)	(1)
203.700	10.340	201	10,20	0,98	2.527.300	128.289	12,40	12.573	2.947.900	149.639	14,45	116,64
164.800	4.359	272	7,19	1,65	3.803.900	100.632	23,05	13.984	3.731.700	98.722	22,65	98,10
722.100	9.744	685	9,24	0,94	9.417.500	127.091	13,05	13.784	8.985.300	121.259	12,45	95,41
84.100	4.108	63	7,59	1,84	1.334.100	160.734	39,10	21.176	1.104.212	133.037	32,40	82,76
112.600	2.336	216	4,48	1,91	1.579.400	32.767	14,05	7.312	3.380.800	70.130	30,05	214,02
271.000	2.277	488	4,10	1,80	4.139.800	34.788	15,25	8.483	6.218.800	52.258	22,95	150,21
431.800	2.098	552	2,68	1,27	4.673.600	22.742	10,85	8.466	8.179.609	39.808	18,95	175,01
248.600	2.190	357	3,14	1,43	5.028.000	44.299	20,25	14.084	5.685.800	50.090	22,85	115,07
92.000	954	200	2,07	2,17	719.500	7.463	7,85	3.597	1.966.300	20.397	21,85	273,28
1.171.400	1.692	1.729	2,49	1,47	8.083.600	11.678	6,90	4.675	19.170.500	27.625	16,35	237,15

1922 furono sequestrati dall'autorità giudiziaria.

Digitized by Google

Principî generali ed elementari di economia ferroviaria

I. Fine e natura della Ferrovia - II. Economia di costruzione ed economia di esercizio

(Ing. PIETRO LANINO).

Colle comunicazioni fatte al Collegio-Sindacato Nazionale Ingegneri Ferroviari Italiani, che ora riassumo, ho inteso dedurre da brevi analisi non meno brevi conclusioni, atte a stabilire, in forma elementare, quasi di definizione e di postulati, i principî fondamentali della struttura economica della Ferrovia. Riproduco qui più che altro la parte conclusiva quale ebbe il consenso in linea generale dei colleghi presenti.

1. Fine della Ferrovia

1° *Fine della Ferrovia è il trasporto di cose e di persone, su via ferrata con mezzo meccanico, con conveniente comodità, regolarità, sicurezza ed economia: per la migliore soddisfazione del bisogno pubblico, con adeguato compenso al personale ed equa rimunerazione al capitale.*

La struttura economica dell'azienda ferroviaria non sembraci perfetta se non soddisfa pure ai due ultimi termini della proposizione: cioè ad un giusto compenso al personale, data l'indole particolare del servizio ch'esso adempie ed i vincoli di libertà che gliene conseguono; nonchè ad un equo compenso al capitale, di costruzione e d'esercizio, sia l'azienda privata o statale.

2. Natura della Ferrovia

2° Caratteristica della industria è la trasformazione della materia: l'aumento di valore che ne consegue è il fondamento della economia industriale. Il margine d'utile fra il costo per produrre questo aumento di valore ed il prezzo di vendita della materia trasformata, va ad intero beneficio dell'industria che la trasforma: se manca margine d'utile, l'industria può essere liberamente cessata. In quanto manchi o sia sminuita una di queste due condizioni, d'altrettanto cessa o si sminuisce il carattere industriale della attività interessata. Questi due termini mancano completamente alla ferrovia, che non trasforma materia, ma rende un servigio: il beneficio che da questo deriva è di natura pubblica e prevalentemente indiretto, esso va a vantaggio della generalità, non dell'esercente. La natura pubblica del servizio interessato assoggetta l'esercente sempre ad una concessione e ad un controllo governativo. La natura di utilità generale ne regola le modalità di esercizio e ne vincola le tariffe che non possono sempre liberamente graduarsi sul costo. La pubblica necessità del servizio l'obbliga ad essere anche se in perdita.

In questo caso l'intervento govenativo non è più semplicemente di vigilanza, diviene anche finanziario. *La ferrovia non è per sua natura — quindi — un'industria;*

Digitized by Google

può divenirlo però nel modo d'esercizio; in quanto secondo l'aureo concetto di Francesco Guicciardini, industria sia ottenere con minore spesa lo stesso vantaggio. A questa stregua anche un regime statale può mantenersi industriale.

3. Finanza di costruzione e finanza di esercizio

3º La costruzione ferroviaria finanziariamente è operazione di capitale. Questa necessità non è solo iniziale, in certa misura essa è anche continuativa, in quanto lo sviluppo degli impianti deve accompagnare ed in parte anche preparare quello dei traffici. Questi oneri, in quanto sono di aumento patrimoniale connesso allo sviluppo del traffico, debbono gravare, come interessi ed ammortamenti, sull'esercizio, il cui bilancio deve pure, in linea di norma, consentire margine di rimunerazione al capitale di costruzione.

L'esercizio è nei riguardi finanziari di natura mobile, è bilancio fra spese ed introiti, con margine d'utile al capitale di esercizio — capitale circolante, materiale rotabile, materiale d'esercizio — e patrimoniale (costruzione, armamento, miglioramento ed aumento impianti).

Il compenso di costruzione è alle volte, da noi in Italia quasi di norma, ridotto o rinunciato di fronte all'insufficienza eventuale del reddito, per considerazione alla pubblica utilità della linea. Assume con questo la ferrovia funzione politica, che dovrebbe essere caso di eccezione. L'esagerazione di questo principio tende a compromettere anche il servizio del capitale di aumento patrimoniale: ultimo limite di questa esagerazione è l'ammettere di norma l'esercizio stesso in passivo. In tal caso, solo ammissibile per suprema necessità e soltanto in via transitoria, la Ferrovia perde la propria natura economica, acquistando esclusivo officio politico.

4. Fondamento meccanico della economia ferroviaria

4º *Il trasporto ferroviario è lavoro meccanico, la sua economia è quindi fondamentalmente tecnica.*

Ogni trasporto ferroviario ha due componenti, l'una secondo l'orizzontale, l'altra secondo la verticale, cui corrispondono due diverse categorie di lavoro: la prima d'attrito, quindi di calorico di dispersione e non ricuperabile: la seconda potenziale, quindi per principio trasformabile in lavoro utile.

Il lavoro d'attrito sulla orizzontale è dato in rettilineo: dalla resistenza dei perni, dal contatto fra cerchione e rotaia, dall'urto dei giunti delle rotaie, dalla resistenza dell'aria: tutti elementi che si risolvono per via di opportune modalità tecniche costruttive e d'esercizio, che sono anche in parte, specialmente nel primo ed ultimo elemento, dipendenti dalla velocità di marcia, ma che l'uniformità oramai costituita della tecnica ferroviaria su basi comuni rende entro certi limiti una costante generale.

La curva aumenta la resistenza del treno sull'orizzontale con ragione inversamente proporzionale al suo raggio: il lavoro però assorbito da questa resistenza è, nel complesso del tragitto, indipendente dal raggio singolo di curvatura ed unicamente proporzionale alla somma degli angoli al centro delle curve medesime, cioè al numero delle complete rotazioni compiute dai veicoli su se stessi, nel complessivo percorso. La tortuosità del tracciato influisce quindi sul lavoro meccanico del trasporto, non

Digitized by Google

il limite del raggio: questo influisce sull'esercizio solo come aumento di resistenza e come limitazione di velocità.

Il lavoro sulla verticale è, per la sua natura potenziale, unicamente dipendente dall'innalzamento del carico sulla stessa: indipendente dalla velocità e dal cammino percorso per vincere tale dislivello. L'altezza del culmine sulla quota di base fissa il lavoro dinamico non solo, ma il consumo di carbone del lavoro ferroviario, che resta indipendente dagli altri elementi del percorso. Se la pendenza applicata consente la libera discesa del treno senza impiego di freni, se cioè l'inclinazione del piano stradale è proporzionata nella sua sollecitazione alla resistenza del treno sulla orizzontale, sì che questo abbia a scendere con moto regolato, il lavoro impiegato nella salita è ricuperabile utilmente nella discesa. La tendenza costruttiva delle linee ferroviarie deve essere quindi nei riguardi della economia dell'esercizio per i culmini bassi e le pendenze miti: ciò significa aumento delle spese di costruzione: nelle linee di valico per l'allungamento delle gallerie di base, nei tratti allo scoperto per l'aumento di sviluppo d'attenuazione delle pendenze. Questa tendenza contrasta quasi sempre coll'avvicinamento nelle zone di montagna del centro da servire: ciò altera l'economia generale del trasporto che costituisce il suo costo complessivo non solo sull'elemento ferroviario, ma anche sull'accesso alla ferrovia. Al riguardo il problema della grande linea di valico e di transito si distingue completamente da quello della linea locale. Pure l'entità presumibile del traffico regola la prevalenza del termine dell'economia dell'esercizio su quella della costruzione. I due termini non possono nondimeno disgiungersi, nè sarà mai abbastanza consigliato di tenerli saldamente coordinati, specialmente per non pregiudicare l'economia dell'esercizio, che è nel suo gravame onere continuativo, in favore del risparmio di spesa della costruzione, che è vantaggio semplicemente contingente. La preoccupazione di rendere effettuabile una iniziativa ferroviaria, cui ostano difficoltà di capitali o di sussidî, conduce facilmente a sacrificare l'esercizio in vantaggio della costruzione: è il vizio generale di tutta la nostra formazione ferroviaria, di cui ora scontiamo le pene e sul quale purtroppo tuttora si insiste.

A questa deformazione politica del problema ferroviario, nei suoi due termini finanziari costitutivi, il tecnico deve per onestà civica fermamente apporsi, stabilendo gli stessi nel loro giusto reciproco equilibrio.

Il problema della virtualità della linea, che è problema di riduzione di culmine e di pendenza ai fini dell'economia di lavoro, è problema essenzialmente italiano, per la frequenza dei valici, il prevalere del carattere di montagna del paese, l'alto costo del carbone, l'elevato conseguente prezzo del ferro. Anche questo entra nel problema aumentandosi coll'inasprimento delle pendenze il consumo della rotaia, dei ceppi, dei cerchioni per l'azione sempre più necessaria in tal caso dei freni. Nè la pendenza influisce soltanto per tale duplice causa sulle spese di esercizio. La pendenza limita a parità di altre condizioni il peso di treno rimorchiato e questo è fattore fondamentale dell'economia dell'esercizio nelle spese di trazione, tanto di combustibile che di personale, nonchè in quelle del personale di scorta al treno e nell'ingombro ed utilizzazione delle linee e stazioni. La pendenza inoltre significa nel suo elevarsi necessità di maggiore personale di scorta ai freni.

Al problema del peso del treno che la tecnica ferroviaria tende per sua naturale ragione di economia progressivamente ad elevare, risponde la necessità di organi di tra-

Digitized by Google

zione sempre più potenti, quindi di assi motori sempre più pesanti, di basi rigide di locomotiva sempre più ampie: ciò si traduce nella sua ultima conseguenza ed esigere una maggiore stabilità dell'armamento, cioè un maggior numero di traverse e specialmente una rotaia più pesante. Se il primo elemento è rafforzabile in corso d'esercizio non altrettanto si può dire della rotaia: questa fissa per la sua durata, per un trentennio in media, gli altri elementi dell'esercizio che siamo venuti considerando. Così dicasi per le opere d'arte e per la larghezza della piattaforma stradale, modalità costruttive della linea cui si collegano, pregiudizialmente, quelle del materiale di trazione; però in forma meno assoluta che non al peso della rotaia, essendo anch'esse, come il rafforzamento delle traverse e dei giunti, sistemazione che può anch'essere fatta in corso di esercizio. La ampiezza dello scartamento si collega pure essa alla potenzialità dell'esercizio non solo, ma anche all'economia dell'esercizio, essa va quindi prudentemente considerata e definita in rapporto ad una sicura previsione delle caratteristiche e del volume del traffico da servire.

L'arte dell'Ingegnere ferroviario richiede una larga e tempestiva previsione di giusti sviluppi e future necessità tecniche dell'esercizio, sin dal primo impianto della linea e nel corso dei suoi rinnovamenti e miglioramenti di materiale fisso: altrimenti la deficienza dell'uno e degli altri pregiudica l'economia dell'esercizio futuro ed il suo successivo sviluppo non soltanto, ma menoma pregiudizialmente la capacità della linea ad adempiere a pieno la sua funzione economica e di traffico in processo di tempo.

La trazione elettrica, specialmente in quanto consenta ricupero d'energia in discesa e principalmente in quanto svincola entro certi limiti il peso del treno rimorchiato dalla soggezione alla pendenza, modifica, attenuandoli, i termini del problema della virtualità della linea e della spesa d'esercizio in dipendenza dell'altezza del valico e del massimo di pendenza.

Non è qui il caso di tentare un'analisi quantitativa di questo principio; che conviene nondimeno indicare qualitativamente quale indicazione di fatto.

Lavori d'elettrificazione delle ferrovie ungheresi.

Il trattato di Trianon ha tolto all'Ungheria — come ricorda L. Von Verebely in un suo articolo intorno all'elettrificazione delle ferrovie ungheresi — tutte quelle sorgenti naturali d'energia che avrebbero permesso una elettrificazione su vasta scala. L'Ungheria, infatti, ha perduto tutti i suoi pozzi di petrolio, circa il 95 % delle sue risorse idrauliche ed il 68 % delle sue miniere di carbone. Essa non può oggi disporre che di miniere di lignite di qualità inferiore, il cui potere colorifico varia tra le 3000 e le 4000 calorie, e di giacimenti di torba, di modo che la sola soluzione possibile per l'elettrificazione delle sue linee ferroviarie consiste nel costruire le officine di produzione sul posto stesso d'estrazione del combustibile e trasmettere l'energia elettrica ai luoghi d'utilizzazione.

La rete da elettrificarsi (che consta di una serie di linee irradianti dalla capitale e percorrenti una regione piana, di cui le pendenze non oltrepassano il 6,66 all'8 ‰) è lunga 1380 Km. Da studi statistici fatti sul consumo di carbone per la produzione dell'energia in una centrale e di quello bruciato in una locomotiva a vapore, è risultato che con l'elettrificazione si potrebbe ottenere una economia del 60 % di combustibile.

Particolari ragioni hanno consigliato di adottare il sistema di trazione monotrifase già adottato in America, sulla Norfolk and Western Railway. La corrente di servizio, monofase a 50 p:s, viene trasformata sulla locomotiva in corrente trifase.

Digitized by Google

Le risorse minerarie dell'Ucraina

Qualunque sia il modo in cui si riorganizzeranno i territori dell'ex impero russo, sembra non si possa dubitare che la indipendenza ucraina, già riconosciuta, verrà sempre più consolidata ed il nuovo Stato, per la sua unità storica ed etnica e sopratutto per il grande complesso di risorse di cui potrà disporre, sarà destinato a divenire il paese più importante del bacino del Mar Nero.

L'Italia avrà il maggiore interesse di stringere legami commerciali con questo paese che fu già il nostro principale fornitore per il grano e potrà divenirlo per il carbone del Donetz e forse anche per il petrolio.

È opportuno quindi conoscere quali sono le principali risorse minerarie di questo paese. La maggior ricchezza mineraria dell'Ucraina è costituita certamente dal bacino carbonifero del Donetz [1], che è per la Russia ciò che è la Ruhr per la Germania. Esso provvedeva quasi da solo a tutto il fabbisogno in carbone della Russia.

Il giacimento si estende in lunghezza per 300 chilometri in direzione est-ovest ed in larghezza raggiunge talvolta i 120. Questo per il terreno carbonifero direttamente affiorante, mentre molto più grande certamente deve essere l'area carbonifera facilmente sfruttabile che si trova sepolta sotto ai sedimenti più recenti ma che, per la mancanza di dati, non è valutabile.

* * *

CONDIZIONI GEOLOGICHE. — I terreni carboniferi produttivi appartengono al carbonifero inferiore, medio, superiore ed al permo-carbonifero, poggiano in concordanza sul devoniano superiore e constano principalmente di scisti argillosi, arenarie e calcari, che variamente alternandosi formano una pila di strati potente da 10.000 a 12.000 metri. Tettonicamente gli strati sono fortemente contorti pur senza formare delle montagne, mostrando così di essere fortemente abrasi, sono in sostanza gli avanzi di una catena di montagne che i geologi russi chiamano la catena del Donetz.

Gli strati di carbone sono numerosi ma poco potenti (solo pochi raggiungono una grossezza di 1,5 metri) e separati da grossi strati di sterile. In media in 100 metri di roccia si riscontra appena uno strato sfruttabile di carbone.

In tutto il bacino si contano circa 200 strati di carbone, dei quali 115 giacciono nel carbonifero medio, 70 in quello superiore ed il resto nel permo-carbonifero. In molti casi uno strato potente in una regione si assottiglia notevolmente in un'altra. Dei detti strati solo 90 sono sfruttabili (potenza minima 0,50 metri). La potenza totale del carbonifero produttivo viene stimata fra 240 e 260 metri.

Il bacino del Donetz si può dividere, in conseguenza delle differenti condizioni, in tre parti: nella parte centrale, che è anche la più estesa, gli strati produttivi affiorano direttamente e solo in qualche punto sono coperti da lembi quaternari; nella parte est-ovest invece il carbonifero è coperto da terreni triassici e cretacei.

---

[1] Delle ricchezze carbonifere di tutta la Russia — e quindi così della regione del Donetz come di quelle degli Urali, della Siberia Occidentale e del distretto di Mosca — si occupa *The Engineer* del 16 novembre 1923, a pag. 529, con la nota: *The Russian Coal Industry*.

Digitized by Google

Bacino carbonifero del Donetz e principali risorse minerarie del territorio rivendicato dalla Rep. Ucraina

Segni convenzionali
Carbone del Donetz
Ferro
Petrolio

* * *

LE QUALITÀ DEL CARBONE. — Il bacino del Donetz produce tutte le varietà di carbone: dall'antracite con 3-4 % di materie volatili, sino ai carboni a lunga fiamma contenenti più di 40 % di materie volatili.

Ad eccezione delle antraciti tutti gli altri carboni si polverizzano in seguito a lunga esposizione all'aria; inoltre hanno sovente un tenore elevato di solfo, talora sopra il 4 %, che si presenta di solito come composto organico e ciò spiega come il coke che se ne ottiene è relativamente poco solforoso in relazione al carbone dal quale viene prodotto.

Le differenti varietà di carbone non appaiono in singoli strati ma si trovano anche in uno strato unico. Studi dettagliati hanno portato al risultato che la qualità di uno stesso strato non è costante per tutta la sua estensione. Nello stesso banco si trova ora carbone magro, ora carbone da coke, ora antracite, pur mantenendo queste variazioni una certa regolarità; lungo uno strato si osserva, per esempio, in una data direzione un graduale abbassamento del contenuto in sostanze volatili. Così in un dato strato alla distanza di 13 miglia la quantità di sostanze volatili diminuisce del 20 % ed il carbone da gas passa ad una semi-antracite.

Si osservano altri cambiamenti regolari, i quali possono dare un'indicazione sulle qualità probabili del carbone in un dato punto del giacimento. Così fu osservato che i giacimenti superiori contengono dei carboni magri che passano a carboni da gas, e quelli inferiori invece presentano dei carboni da gas che passano a carboni da coke. Ecco le analisi di alcuni carboni e antraciti [1]:

Carbone

DISTRETTO	STRATO O MINIERA	C. %	H. %	Umidità %	Coke %	Ceneri %
Lisichanaski	« Golubovski »	68,35	5,71	9,04	54,30	3,07
»	« Carnalski »	69,52	5,13	6,15	59,94	4,69
Marievka	« Novli »	78,05	5,64	5,02	62,15	1,20
Varvaropolio	« Sultan »	75,93	5,02	2,91	63,31	3,24
Almaznaya	« Almaznii »	83,33	4,93	0,56	78,05	3,95
Anticlinale Principale	« Tolstoi »	81,35	4,89	1,40	72,1	3,08
—	« Arishinka »	79,82	5,14	1,22	68,05	3,08
Uzoski	« Smolianinovski »	87,28	4,61	0,82	84,40	2,77

Antracite

DISTRETTO	Strato o miniera	C. %	H. %	O. %	N. %	S. %	Ceneri %	Umidità %	Materie volatili %
Bokovo	Khrustalski	91,27	2,38	1,51	1,55	1,00	2,29	0,65	3,38
Khrustalski	Bokovski	90,86	1,75	1,89	0,87	1,33	3,30	2,50	—
Gruchevski	I.	90,17	1,62	1,71	1,56	1,60	3,34	0,45	4,1
Gruchevski	II.	90,62	1,85	1,00	0,84	1,11	2,58	1,94	—
Gruchevski	Vlasovski	90,03	1,77	1,74	0,92	1,62	2,92	0,81	—

[1] Analisi e dati statistici vennero ricavati da *The Coal Resources of the World*, Canadà, 1913.

Digitized by Google

Le seguenti analisi, compiute nel nostro Istituto Sperimentale, si riferiscono a campioni inviati in esame nel dicembre 1919 dal Commissario Generale per i carboni colla semplice indicazione di carboni del Donetz, senza specificare la miniera da cui provenivano. Ad ogni modo è assai interessante notare le loro caratteristiche che corrispondono a quanto fu detto sopra.

N. di Prot.	Marca del Campione	Umidità	Determinazioni eseguite sul campione essiccato					OSSERVAZIONI
			Calorie	Solfo totale %	Ceneri %	Materie volatili %	Carbonio fisso %	
79502	Cam. 1	2,58	8030	0,55	1,39	2,92	95,69	Residuo polverulento alla distillazione.
79503	» 2	2,10	7621	2,09	4,75	3,88	91,37	Id.
79504	» 3	1,20	8220	1,38	1,96	29,72	68,32	Coke grigio metallico, rigonfio.
79505	» 4	1,78	7703	5,43	6,46	32,40	51,14	Id.
79506	» 5	1,14	8520	0,81	0,62	20,84	78,54	Id.
79507	» 6	2,02	8057	1,50	1,45	31,96	66,59	Coke grigio metallico poco rigonfio.
79508	» 7	1,54	8383	0,62	1,19	21,34	77,47	Coke grigio metallico, rigonfio.
79509	» 8	1,98	8084	3,09	4,50	23,00	72,50	Id.
79510	» 9	1,32	8247	3,39	3,24	15,66	81,10	Coke nero compatto, poco rigonfio.
79511	» 10	2,32	8975	0,92	3,75	28,98	67,27	Coke grigio metallico, rigonfio.
79512	» 11	2,58	7975	2,75	2,00	32,20	65,80	Id.
79513	» 12	1,40	8383	0,87	1,06	18,62	80,32	Coke nero, compatto, poco rigonfio.

Le riserve dell'intero bacino non si possono esattamente valutare perchè per alcune parti di esso ne mancano i dati, così per esempio per la Provincia dei Cosacchi del Don; per questa provincia le valutazioni oscillano da 322 a 1765 milioni di Tonn. per le altre parti il bacino si divide in sette distretti e coll'aiuto della carta geologica e degli studi eseguiti le riserve sono così valutate:

Distretto	Milioni di Tonn.
I	non valutate
II	14.219
III	21.304
IV	4.666
V	3.772
VI	8.780
VII	3.196
Totale	55.937

Digitized by Google

Ammesso che tra il 1870 e il 1911 incluso si estrassero da questi distretti un totale di 250 milioni di tonn., le riserve esistenti si stimano sempre a oltre 55.000 milioni di tonn. di cui solo 18.000 sarebbero riferibili a carbone, il resto antracite.

* * *

CONDIZIONI INDUSTRIALI. — Un ostacolo allo sviluppo industriale del bacino del Donetz era la legislazione mineraria che dava in proprietà al possessore del suolo anche il sottosuolo; da ciò derivarono numerosi piccoli impianti, specialmente nella parte centrale del distretto dove si hanno gli affioramenti di carbone ;le escavazioni venivano eseguite senza criterio tecnico ed alle prime difficoltà venivano abbandonate, gli scavi si riempivano d'acqua creando così gravi ostacoli allo sviluppo di una grande industria la quale veniva pure osteggiata da una disposizione del cessato Governo che vietava ai contadini la conclusione di contratti di durata superiore ai 30 anni, e di 36 ai nobili; cosicchè i capitalisti o erano costretti a comprare i terreni immobilizzando ingenti somme o correvano il pericolo di dover liquidare l'azienda dopo soli 30 o 36 anni di esercizio, date le grandi pretese dei concessionari al rinnovo del contratto.

Queste condizioni si rispecchiano nelle statistiche di produzione; le prime miniere furono aperte nella seconda metà del XVIII secolo ed il loro sviluppo fu lentissimo; nel 1860 cioè circa cento anni dopo si raggiunse una produzione di 100.000 tonn.

Ecco il quadro delle produzioni:

Anno	Tonnellate
1860	98524
1870	255737
1880	1415530
1890	3004079
1900	11010684
1910	16701311
1911	20283000
1915	28000000
1916	15480784
1917	12257280
1918	5450496
1919	2386560
1920	3717120

Nella tavola seguente viene distinta per gli anni 1909-1911 la produzione dei carboni grassi e dell'antracite. Questi dati mancano per gli anni successivi.

Anno	Carbone grasso	Antracite
1909	tonn. 15197868	tonn. 2662786
1910	» 14130819	» 2570491
1911	» 16908688	» 3019343

Digitized by Google

La produzione del 1909 può venire così suddivisa secondo la classificazione del Grüner:

I	Carboni a lunga fiamma	16,92 %
II	Carboni da gas	12,43 %
III e IV	Carboni da forgia e da coke	55,15 %
V	Antracite magra	2,05 %
VI	Antracite	13,45 %

I principali centri produttivi sono Uzowski, il distretto antracitifero di Tachii styakovskaya che è unito mediante ferrovia a Serditaya ed a Tchistakovo, in questo distretto sono comprese le miniere di Alexiev, Prokoroff ed altre.

A nord della linea ferroviaria che congiunge le stazioni di Sadki e Debaltsevo giace una delle zone industriali più importanti del bacino di Donetz, Gorlovski.

Altro centro importanfe è Almazni.

Infine Doljansko-Sülinowki e Grusheweski sono i distretti antracitiferi di maggiore importanza.

Le Società minerarie che prima della guerra possedevano ottime miniere nel bacino del Donetz erano secondo il Grüner:

Société d'Ekathérinofka-Rikofsky;
Société de Gorlofka;
Société des Selsgemmes et des Houillères de la Russie Méridionale et de Nikitofka;
Société minière de Routschenko;
Société minière et métallurgique Dnieprovienne;
Société de la Nouvelle-Russie;
Sociéte minière de Goloubofka–Borestovo;
Société minière et métallurgique Russo-Belge;
Société minière de Goloubofka-Borestovo;
Société Karpof, ecc.

Il numero degli operai impiegati in queste miniere era, nel 1912, di circa 150.000, con un rendimento annuo di 149 tonnellate a persona.

Circa le condizioni dell'industria carbonifera nei primi anni del governo dei Soviets, si può trovare una efficace descrizione nello *Stabl. u. Eisen* del marzo 1921 (n. 8) fatta dall'ing. tedesco Ullrich che per venticinque anni lavorò in quelle miniere rimanendovi anche sotto il governo bolscevico fino all'ottobre 1920; tale articolo fu riassunto nel n. 160 dell'*Ingegneria Italiana* (10 aprile 1921).

Le parole dell'ingegnere Ullrich dimostrano chiaramente quali sieno le cause che hanno ridotta a un decimo la produzione di questo importante centro carbonifero che certamente è destinato ad assumere una considerevole importanza nell'economia del bacino del Mediterraneo.

La grafite si trova intercalata negli scisti cristallini che formano il massiccio ucraino in Volinia e nel governatorato di Kherson lungo l'Inhouletz ed a Mariaupol nel governatorato di Katerinoslaw.

Digitized by Google

In quest'ultima località esisteva anche una fabbrica per la lavorazione del prodotto naturale che contiene circa 71·76 % di carbonio; il prodotto più fino arriva però anche ad un tenore del 90 %.

La produzione di grafite è riassunta nel quadro seguente:

1913	280	tonn.
1915	256	»
1916	224	»
1917	160	»

Minerali di ferro si trovano sparsi un po' dapertutto, ma i due distretti minerari più importanti sono quelli di Kryvy Rih nel bacino del fiume Inhouletz e nella penisola di Kertch.

Nel distretto di Kryvy Rih i filoni minerali si trovano racchiusi tra terreni paleogenici. Il loro spessore varia da 0,20 a 10 metri. Il minerale contiene, in media, dal 60 al 65 % di ferro.

Le riserve ancora esistenti sono valutate a 225 milioni di tonn.

In questo distretto esistono 85 miniere appartenenti a quarantasette società. La superficie occupata dalla lavorazione è di 130 km.² La produzione totale di questo distretto fu nel 1915 di 4,5 Milioni di tonn.

Il giacimento di Kertch appartiene al pliocene e consta di limonite mista a vivianite. Il suo tenore in ferro oscilla tra il 41 ed il 43 %. Non vi esistono che quattro miniere, delle quali solo due furono attive nel 1915 con una produzione di 256.000 tonn.

In complesso la produzione totale di minerali di ferro fu:

1913	6,7	mil.	di tonn.
1915	5,2	»	»
1916	5,3	»	»
1917	4,6	»	»

Manganese. — L'unico giacimento trovasi a Nikopol, nel governatorato di Katerinoslaw. Le miniere occupano circa 2500 operai.

La produzione negli ultimi anni fu:

1913	256	tonn.
1914	248	»
1915	256	»
1917	176	»

Le miniere potrebbero dare un rendimento molto maggiore a patto di portare notevoli perfezionamenti tecnici nella lavorazione.

Per il manganese sappiamo che la grande produzione russa era fornita dalla Trancaucasia, ove si trovano le più ricche miniere del mondo.

Il mercurio si trova anch'esso nel governatorato di Katerinoslaw. I giacimenti poco importanti vennero lavorati soltanto durante la guerra.

Nel 1916 si ebbe una produzione di 115 tonn.

Digitized by Google

Fosfati trovansi nel governatorato di Kiew, tanto nei terreni paleozoici che in quelli secondari. I minerali possiedono un tenore medio di 34 % di $P_2 O_5$ che nei minerali più buoni arriva al 38 %.

La produzione fu, nel 1908, di 16.000 tonnellate.

Salgemma trovasi principalmente nella regione del Donetz e più precisamente a Bachmud. Insieme ad esso si rinviene gesso ed anidrite. La produzione fu, nel 1898, di 433.272 tonn.

Petrolio. — Ceduti i territorî petroliferi galiziani alla Polonia rimangono all'Ucraina quelli della penisola di Kertch, che, pur non essendo industrialmente tanto progrediti come i galiziani, sono però pieni di promesse. Gli indizi di petrolio in questa regione sono abbondanti: sorgenti termali, vulcani di fango e giacimenti di bitume trovansi un po' dapertutto. Le trivellazioni, spinte a circa 500 metri diedero del petrolio molto denso, gli strati miocenici e pliocenici sono, però, molto inclinati, ciò che crea una condizione sfavorevole per i sondaggi.

Ad Ilsky già nel 1887 esistevano circa duecento pozzi molti chilometri di condotte, appartenenti alla Standard Russe & C. che produceva circa 16.000 tonn. annue. Si rintracciarono due distinti livelli petroliferi a 250 e 370 metri: il petrolio del livello più basso era di qualità molto migliore del primo.

L'industria cessò in seguito alla concorrenza del petrolio di Bacu.

Anche a Maikop, a 230 chilometri da Taman, si trovano importanti indizi di petrolio: per es. vi si trova un lago di nafta e notevoli giacimenti di ozocherite. Quivi la regione riconosciuta petrolifera avrebbe una estensione superiore ai diecimila ettari ed è ancora pressochè non sfruttata. Un primo livello petrolifero si trova ad appena 45 m. di profondità, il petrolio però è denso e viene adoperato come lubrificante. Nel 1907 un pozzo spinto alla profondità di 60 m. diede per due mesi 16 tonn. al giorno. Nel 1910 questo campo petrolifero fu oggetto di una sfrenata speculazione inglese a cui seguì la più completa sfiducia. Ma si ha ragione di ritenere che un giorno Maikop giustificherà l'ottimismo del 1910.

Nel 1912 la produzione di questo distretto si aggirò intorno alle 152.000 tonnellate.

Nella Valle del Terek parte del bacino di Grosny apparterrebbe pure al territorio rivendicato dall'Ucraina. Questa zona petrolifera segue da vicino, per importanza, quella di Baku e promette un brillante avvenire.

Le perforazioni vi cominciarono solo nel 1890 e la produzione giunse nel 1912 a 1.106.000 tonn. e nel 1915 a 1.215.000 tonnellate.

Oggi che la parola del Capo del Governo ha aperta la possibilità di trattative col Governo dei Soviet, è opportuno che l'Italia rivolga tutta la sua attenzione a queste grandi risorse minerarie del territorio ucraino che, per la loro posizione geografica, sembrano costituire il più naturale e sicuro rifornimento del nostro Paese.

Sembra giunta l'ora per riattivare le correnti di quel meraviglioso traffico coll'oriente che fiorì all'epoca delle nostre repubbliche marinare.

Roma, 29 dicembre 1923.

L. MADDALENA.

Digitized by Google

Il cemento armato attraverso l'esperienza ferroviaria

I. Alcune questioni studiate e discusse dai tecnici ferroviari presentano un interesse generale, che va oltre il campo circoscritto delle ferrovie; come, ad esempio, tre di quelle trattate dall'ultimo convegno internazionale tenutosi a Roma nel 1922 e di cui nell'agosto 1923 è stata ultimata la pubblicazione del rendiconto completo: cemento armato, acciai speciali, case economiche.

In tali problemi l'esperienza ferroviaria ha una importanza più grande, non pure per le soluzioni caratteristiche che corrispondono alle peculiari esigenze del massimo mezzo di trasporto terrestre, ma sopratutto perchè le ferrovie costituiscono un vasto campo sperimentale sia per norme e metodi di interesse universale, sia per alcune soluzioni concrete applicabili anche altrove.

Ed è pertanto da questi diversi punti di vista che può interessare di esaminare le relazioni e le discussioni avutesi a Roma nel 1922 sugli argomenti predetti e in particolare sul cemento armato, anche per evitare un'analisi minuta e sistematica di tutti i documenti relativi alla preparazione dei lavori (1) e alla discussione (2), che riuscirebbe troppo lunga e poco utile, data la vastità e varietà della materia.

* * *

USI FERROVIARI. — II. Gli usi speciali nelle ferrovie della struttura di cemento armato (*béton armé*) e anche di quella del semplice calcestruzzo di cemento (*béton*), a cui pure si estendeva l'esame, sono certo molteplici (3); ma, com'era naturale, formarono oggetto di discussione i più importanti sia per mole di costruzione sia per numero di unità adoperabili: le traverse d'armamento e i ponti, nel loro più largo significato.

Quanto alle *traverse*, fu rievocato sobriamente tutto quanto era stato detto e fatto in precedenza nei diversi paesi e che, nelle sue linee essenziali, è ben noto ai nostri

---

(1) La prima memoria, del Castiau, e la sesta, del Golard (per tutti i paesi salvo Danimarca, Svezia, Norvegia Paesi Bassi, Gran Bretagna ed America), furono pubblicate nel *Bullettin de l'Association international des Chemins de fer*, rispettivamente dell'agosto 1914 e dei mesi luglio e ottobre 1921.

La seconda, del Leemans (per i Paesi Bassi), apparve nel medesimo *Bulletin* l'agosto 1914: due supplementi videro la luce nel giugno e nel novembre 1921.

La terza memoria, del Cartlidge, e la quarta, dell'Haggander (per l'America), furono pubblicate nel *Bulletin* del febbraio e dell'agosto 1921 rispettivamente; e finalmente la quinta, del Grierson (Gran Bretagna), e la settima, del Büllow (Danimarca, Norvegia e Svezia), vennero inseriti nei fascicoli di novembre e ottobre 1921.

Tutte queste memorie furono poi riassunte dal Grierson, relatore speciale, nel *Bulletin* di aprile 1922.

(2) Una notizia sommaria della discussione venne data dal *Bulletin* del luglio 1922; il resoconto stenografico completo da quello del gennaio 1923.

(3) Ci pare opportuno ricordare il cenno pubblicato in questa rivista (aprile 1920, pag. 99) col titolo: *L'uso del cemento armato in Inghilterra per le costruzioni ferroviarie esclusi ponti e fabbricati.*

Digitized by Google

lettori (1). L'inglese Grierson, riassumendo il pensiero dei vari relatori, trovò che essi rimproverano in genere a questo tipo di traverse il peso eccessivo, il prezzo, la difficoltà di maneggio, la mancanza di resistenza ad urti e vibrazioni e la difficoltà di concretare un sistema di attacco soddisfacente della guida agli appoggi. Soltanto il rappresentante americano Cartlidge, pur riconoscendo che anche le esperienze fatte in America non erano state felici, si esprime con maggiore ottimismo, in quanto si dichiara convinto che si potranno costruire traverse di cemento armato di sufficiente resistenza e che esse consentiranno, finalmente, di ottenere un binario migliore di quello con ordinarie traverse di legno.

Nella discussione, di interessante vi fu un battibecco tra due delegati, uno belga, il Despretz, ed uno francese, il Balling: il primo si soffermava sulle condizioni in cui lavorano queste traverse speciali e sul confronto teorico della resistenza possibile con esse e con quelle di legno; laddove il secondo osservava vivacemente che la questione dell'uso del cemento armato per le traverse non si risolve come un problema di calcolo d'armatura, ma piuttosto come una questione di collegamento delle parti metalliche destinate all'attacco con il cemento armato ed anche come una questione di ordine finanziario, data la differenza di valore tra i due tipi di appoggio.

Quanto all'Italia, l'ing. Barbieri aggiornò le informazioni e i dati esposti dal Golard nel suo *exposé* e diede così modo al presidente della prima sezione, ing. Bruneel, di constatare che «nel paese in cui si è andati più lontano nell'esperimento di traverse in cemento armato, si giudica ancora di dover agire con circospezione e non si avanza che a poco a poco, perchè si sente che il terreno è difficile ed i risultati sono incerti» (2).

III. Per i ponti a sostegno del binario il Grierson volle, nella sua relazione riassuntiva, raccogliere in un quadro d'insieme numero, portata e tipi principali delle opere costruite nei diversi paesi, ma i dati da lui forniti non rappresentano certo il progresso che oggi in quest'importante ramo costruttivo essi hanno raggiunto, sia per la disparità delle fonti e delle date dei singoli *exposés*, sia perchè nell'elenco sono scivolati errori materiali analoghi a quello rilevato dal danese Bülow per la sua nazione. Sopratutto occupandosi di queste opere, il Grierson ebbe modo di mostrarsi poco tenero in genere per il cemento armato.

Per il nostro paese l'ing. Lolli pose in buona evidenza che le ferrovie italiane dello Stato hanno cominciato a costruire ponti del genere sin dal 1900 e che il loro numero oggi oltrepassa i cinquecento. Si tratta di opere in cemento armato a travi rettilinee lunghe sino a 12 e 14 metri, di cui le più antiche contano oggi ventitre anni di età e non hanno avuto finora bisogno di riparazione, nemmeno in seguito ad accurate verifiche sullo stato delle armature interne nei punti più sfavorevoli.

Una constatazione precisa venne formulata dal Grierson a proposito delle passerelle pedonali. Se una certa divergenza d'opinione può sussistere sulla convenienza economica del cemento armato per tali opere speciali quando esse sovrapassano due binari, nessun dubbio vi può essere quando si tratta di un numero di binari attraversati maggiore di due.

(1) Vedi questo periodico: anno 1916, 1° semestre, pag. 239; 2° semestre, pag. 147 e 320 – anno 1917, 1° semestre, pag. 230 – anno 1919, 1° semestre, pag. 134 – anno 1920, 1° semestre, pag. 99; 2° semestre, pag. 196

(2) Alle conclusioni del Congresso di Roma fa riferimento l'*Engineering* del 26 ottobre 1923 (V. pag. 536), nell'illustrare un ennesimo tipo di traverse di cemento armato.

Digitized by Google

* * *

Questioni generali. — IV. Fu nel rettificare i dati della pratica italiana circa i ponti a sostegno del binario che si trovò modo, con l'eloquenza di fatti inoppugnabili, di dimostrare che le applicazioni del cemento armato alle opere d'arte ferroviarie meritano maggiore fiducia e che non hanno ragione di sussistere le gravi preoccupazioni espresse da alcuni congressisti per la loro durata, sopratutto per le *scosse* prodotte dai carichi mobili. Purchè, beninteso, in queste opere, come e più che nelle altre della medesima struttura, non siano trascurate tutte le norme e precauzioni necessarie: studio accurato dei progetti da parte delle amministrazioni appaltanti, lasciando all'impresa la pura esecuzione; direzione coscienziosa dei lavori, che deve estendersi alla cura minuta di tutti i particolari; sorveglianza sulla confezione e getto dell'impasto. Ma, del resto, come è risaputo, e lo stesso presidente ing. Bruneel volle ripeterlo, il cemento armato è il peggiore ed il migliore dei materiali: « Se è ben fatto, è eccellente; quando la sua confezione è trascurata, è detestabile ». « Se è ben fatto, resiste a tutto; quando è mal fatto, non vale assolutamente niente ».

V. Oltre che questo punto, il congresso ne discusse altri di importanza generale, fra cui citeremo dapprima l'azione degli agenti esterni e in particolare del fumo delle locomotive. Anche questa azione vien riconosciuta più o meno efficace secondo la qualità del conglomerato, in quanto non si hanno traccie di danni nel caso di calcestruzzo compatto e ben indurito, laddove con un conglomerato poroso l'infiltrazione continua dell'acqua può produrre gravi guasti. Il Duplaix e il Dreifuss, delegati delle ferrovie di Stato francesi, citano diversi casi di danni prodotti dal fumo delle locomotive alle armature di strutture in cemento armato che attraversano superiormente i binari.

Il primo esprime il parere che inconvenienti del genere si verificano per insufficiente grossezza dello strato di calcestruzzo tra le armature stesse e la superficie esterna; l'altro accenna a una solfatazione subìta dal conglomerato dopo un anno di esercizio, sebbene il carbone non fosse particolarmente ricco di zolfo. Occorre perciò che detta grossezza non scenda al di sotto di un certo limite, che, secondo il Mesnager, è di cm. 2,5; d'altra parte, è opportuno adoperare per certe zone maggiormente esposte un impasto con cemento fuso, come in qualche caso ha sperimentato, finora con buon risultato, la rete dello Stato francese.

VI. L'opportunità di adoperare questo particolare materiale per evitare le solfatazioni anche per l'azione di acque impure venne illustrata particolarmente dal Sejourné a proposito delle riparazioni eseguite in una galleria tra Nizza e Coni, dove nessuno degli altri cementi conosciuti aveva fatto buona prova.

Ed in tale occasione il Mesnager spiegò con qualche ampiezza le caratteristiche di questo cemento e si occupò del suo costo in confronto agli altri [1].

VII. Venne pure toccata la questione della giusta proporzione d'acqua negli impasti [2]. Ma interesse maggiore, fra gli altri argomenti generali trattati, presenta quello delle opere metalliche opportunamente rivestite con calcestruzzo di cemento.

In proposito diede indicazioni concrete il Quinquet, della Paris-Lyon-Mediterranée,

---

[1] Sull'argomento vedi questa rivista, 15 luglio 1923, pag. 38.

[2] Vedi questo periodico, maggio 1923, pag. 211 e questo stesso fascicolo, pag. 259.

Digitized by Google

riferendosi anzitutto ad un sottovia costruito provvisoriamente durante la guerra con travi a doppio T rivestite e poggiate, oltre che sulle spalle, su una pila nel mezzo della carreggiata sottostante. In via definitiva si era stabilito di costruire un ponte nuovo ma, dopo opportune determinazioni sperimentali, si riconobbe la possibilità di una soluzione più economica: conservare il ponte con una portata doppia demolendo la pila.

Pure per altri sedici ponti della P. L. M. il rinforzo, in vista della circolazione di locomotive più pesanti, è stato eseguito con il sistema del rivestimento. Il lavoro del metallo è disceso fra un terzo e la metà del valore primitivo per gli stessi carichi. Una riparazione del genere costò, di massima, meno cara che la sostituzione con un'opera metallica nuova.

* * *

COSTRUZIONI COMUNI. — **VIII.** La possibilità di servirsi di questi lavori di ripiego per rinforzare manufatti esistenti, o di adottare la struttura in cemento armato per riparare o addirittura ricostruire opere distrutte, ha reso possibile durante e, anche più, dopo la. guerra di eseguire importanti lavori rendendosi indipendenti dalle risorse degli stabilimenti metallurgici.

Fu questa una nota d'interesse storico del convegno di Roma, che forse oggi potrebbe avere anche più ampia documentazione; ma non mancò chi seppe degnamente portare una nota di importanza... geografica, parlando di tutta una categoria di costruzioni che interessano in particolare la nazione che ospitava il convegno.

L'ing. Gioppo fece una comunicazione sulle costruzioni antisismiche, richiamando le disposizioni borboniche del 1783, illustrando il metodo per la valutazione delle forze esterne cui devono resistere gli edifici in seguito alle scosse e mostrando come la struttura in cemento armato rappresenti la migliore soluzione per costruire nelle zone soggette a terremoto e come le nostre ferrovie di Stato ne abbiano fatto largo uso.

Il Congresso ferroviario internazionale di Roma si interessò anche di altre applicazioni del cemento armato che non riguardano soltanto le ferrovie, come i serbatoi d'acqua, le palificate di fondazione e i muri di sostegno.

Ma sebbene le memorie dei relatori non fossero prive di notizie su queste categorie di costruzioni, tuttavia la discussione non vi si è soffermata, sopratutto in seguito alla giusta osservazione del presidente Bruneel, che il dominio del cemento armato è immenso e che in un convegno ferroviario, non potendosi risolvere tutti i problemi relativi, occorre limitare molto strettamente le discussioni.

IX. Questi cenni ci sembrano utili come illustrazione e commento insieme delle conclusioni adottate nel convegno, che qui di seguito integralmente riportiamo:

1. Il cemento e il cemento armato hanno avuto nelle ferrovie applicazioni sempre più numerose e svariate. Il prezzo dei lavori eseguiti con questi materiali è spesso minore di quello delle opere murarie o metalliche. Ciò si verifica sopratutto per i cavalcavia, gli edifici, le officine, i depositi di locomotive, i magazzini per le merci, le tettoie di copertura delle banchine per viaggiatori, i serbatoi d'acqua, ecc.

2. Il progetto di una costruzione di cemento armato deve essere studiato con cura tenendo conto:

a) delle proprietà caratteristiche del cemento armato (effetti della temperatura, ritiro) in conformità dei regolamenti ufficiali;

b) del modo di esecuzione seguito nel costruire.

Digitized by Google

I piani debbono essere studiati con cura, sopratutto ai giunti di collegamento, e debbono essere particolareggiati, in modo da poter essere compresi ed eseguiti nel modo più facile possibile. Nei cantieri i lavori di cemento armato esigono una sorveglianza continua e rigorosissima da parte di un personale coscienzioso che abbia l'esperienza pratica indispensabile.

3. È necessario non impiegare che materiali di ottima qualità e verificare attentamente non soltanto questa qualità di materiali, ma anche le dimensioni e posizioni delle armature e la preparazione del cemento. Il cemento deve essere fortemente compresso in tutte le parti della costruzione.

4. Le spese di manutenzione delle opere di cemento armato sono insignificanti quando queste sono perfettamente eseguite con buoni materiali. Il più spesso esse sono inferiori a quelle analoghe costruite colla pietra o coi mattoni.

Sono poi nettamente inferiori alle spese di manutenzione di opere metalliche.

5. Nelle opere dei sottopassaggi sottoposte a sforzi dinamici nulla sembra opporsi all'utilizzazione del cemento armato che costituisce una soluzione veramente vantaggiosa ma che esige una strettissima sorveglianza sull'esecuzione. È sempre vantaggioso, interporre fra la linea e il cemento armato uno strato elastico di legno o di massicciata e conviene vegliare sulla impermeabilità della pavimentazione.

6. È interessante seguire da vicino le applicazioni del cemento fuso che potrebbe costituire un progresso importante in diversi lavori e sembra faccia prova di eccezionale resistenza alle acque solforose e all'acqua di mare.

7. Sarà altresì interessante seguire gli esperimenti in corso nelle diverse Compagnie per la utilizzazione di traverse di cemento armato. Queste ultime costituirebbero un prezioso aiuto agli approvvigionamenti di traverse di legno e, occorrendo, un efficace calmiere dei prezzi.

n. g.

Una bibliogragia sulle dighe a proposito del disastro di Gleno.

Sappiamo bene quanto sia apprezzato ed utilizzato il contributo sistematico da noi dato alla documentazione tecnico-industriale con la « Bibliografia mensile » che si estende anche ad argomenti affini a quelli ferroviari, come le centrali e le dighe. Crediamo perciò opportuno informare i lettori dell'iniziativa intrapresa dal Comitato Nazionale Scientifico Tecnico di riunire le indicazioni esistenti per allestire una bibliografia di quanto fu scritto nell'ultimo decennio in Italia ed all'estero sulla costruzione delle dighe in genere e delle dighe ad archi multipli in ispecie.

Copia di tal bibliografia verrà inviata gratuitamente, oltrechè ai membri dell'Associazione Acque Pubbliche d'Italia, anche agli interessati al problema che ne faranno richiesta al Comitato. (Sezione Bibliografica presso il Politecnico di Milano, Piazza Cavour).

Progetto di una nuova linea ferroviaria nell'Africa Australe.

È allo studio la costruzione di una ferrovia che congiunga le miniere di carbon fossile di Wankie, a 115 km. a sud di Vittoria Falls, con Grootfontein, limite attuale della ferrovia che raggiunge Walfisch Bay, il porto più importante del Sud-Ovest africano sull'Atlantico.

Tale linea ferroviaria sarà di particolare importanza economica giacchè, forse, potrà assicurare ai carboni di Wankie, per Walfisch Bay, il rifornimento degli scali dell'Africa del Sud-Ovest fino al Congo, come il carbone del Transvaal provvede fin d'ora, per Lourenço-Marquès' gli scali dell'Africa del Sud-Est fino a Zanzibar.

Digitized by Google

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) La fotoelasticimetria e le sue applicazioni pratiche. (*Revue générale de l'Electricité*, 23 giugno 1923, pag. 1038).

La fotoelasticimetria è fondata sui seguenti principî teorici:

Quando un raggio di luce polarizzata attraversa una lamina trasparente sottoposta a determinati sforzi, e conseguentemente deformata, si producono due piani di onde in vibrazione, rispettivamente paralleli alle direzioni delle tensioni principali, e la cui differenza di fase R è funzione della differenza tra le due tensioni principali stesse, secondo la semplice relazione $R = C\,(p - q)\,t$, in cui t rappresenta lo spessore della lamina in esame, e p e q le sollecitazioni. Ora questa formola serve, in molti casi, a dare direttamente il valore della sollecitazione a cui un pezzo è sottoposto, quando (come accade di frequente) la forza direttamente applicata è unica. Ma anche nei casi in cui esistono due sollecitazioni, è possibile risolvere il problema abbinando la relazione sopra notata con l'altra: $\Delta t = \frac{p + q}{m\,E}\,t$, la quale esprime che l'aumento di spessore Δt è proporzionale alla somma degli sforzi nel punto considerato.

Fondandosi su tali principî, si perviene al dispositivo di fotoelasticimetria utile per la pratica. Il fascio di raggi luminosi paralleli proveniente da una lampada ad arco attraversa una camera ad acqua, poi un polarizzatore, e quindi il provino posto nelle condizioni volute. Il fascio luminoso attraversa poi un provino testimone formato dello stesso materiale di cui è formato il provino in esame e sottoposto, per mezzo di un sistema estensore a leva, a una tensione di valore noto. Finalmente il fascio luminoso viene raccolto da un analizzatore e proiettato su uno schermo opportunamente disposto. L'esperienza viene così condotta: si spostano i provini finchè l'immagine colorata proveniente da un punto del primo provino venga distrutta dall'immagine di un punto corrispondente del secondo provino. Allora $\frac{p_1 - q_1}{m\,E}\,t_1 = \frac{p_2}{m\,E}\,t_2$; donde $p_1 - q_1 = p_2\,\frac{t_2}{t_1}$; in cui p_2 e t_2, corrispondente al provino testimone, sono noti e t_1 è facilmente misurabile mediante un *latometro*, che è un micrometro perfezionato nel quale gli spostamenti amplificati da un sistema di leve, vengono rivelati da un raggio luminoso che colpisce uno specchio. L'apparecchio può anche registrare graficamente gli spostamenti indicati.

A rendere veramente pratica la fotoelasticimetria, si è potuto dimostrare (ciò che noi non facciamo per brevità) che le esperienze fatte su provini trasparenti possono venire con assoluta certezza generalizzate e applicate ai corpi usuali.

(B. S.) I carri ferroviari, la loro origine e il loro sviluppo. (*Railway Age*, 23 giugno 1923, pag. 1581).

L'articolo che porta questo titolo dimostra ampiamente il contributo reso dal progressivo aumento della portata dei carri ferroviari alla civiltà, riferendosi in particolare agli Stati Uniti; ed esamina i fattori che tale aumento di capacità resero possibile.

Digitized by Google

Su una delle prime linee ferroviarie americane, destinate principalmente al trasporto di carbone, i carri avevano un peso morto di circa Kg. 726 e una portata di circa Kg. 1451; il rapporto cioè, tra peso morto e peso trasportabile era da 1 a 2. Naturalmente coll'aumento del traffico crebbe la necessità di aumentare il peso trasportabile con ciascun carro. Tuttavia, prima del 1870 i carri merci erano ancora di limitata portata (Kg. 8150 utili contro Kg. 7250 di peso morto, con un rapporto tra peso morto e peso trasportato appena da 1 a $1^1/_8$

Maggiori progressi si fecero in seguito: tanto che dal 1870 al 1881 si salì da Kg. 9100 a Kg. 18.200 di peso trasportato per carro con i rapporti tra peso morto e peso trasportato rispettivamente di 1 : 1 e 1 : 1,8.

Come si vede, si era ancora lontani dal rapporto 1 : 3, che l'ing. Janathan Knight fin dal 1832 aveva indicato come il più economico. Nel quarantennio ultimo, i progressi furono sensibilissimi, tanto che si raggiunse e anche sorpassò tale rapporto ideale. Ecco i dati di quattro dei più recenti carri merci americani; i primi tre costruiti nel 1919, l'ultimo nel 1921:

Peso del carro	Carico	Percentuale del carico sul peso totale (carro + carro)	Rapporto tra peso morto e capacità di carico
21.200	50.000	70	1:2,35
18.600	54.500	74	1:2,93
19.500	50.000	72	1:3,55
35.700	109.000	75	1:3

(B. S.) Rinnovo dei sostegni della tettoia nella stazione di Paddington. (*The Railway Gazette*, 6 luglio 1923, pag. 24).

Per la ricostruzione della tettoia nella stazione di Paddington occorreva sostituire le colonne di ghisa, in opera fin dal 1854, con altre di acciaio. Messe a nudo le fondazioni, si trovò che esse non erano state eseguite secondo i disegni relativi, ma che le basi insistevano appena su quattro sottili pilastri di mattoni, ognuna in corrispondenza di un bullone. Per le nuove colonne, invece, vennero predisposte buone fondazioni in calcestruzzo su pali, che furono lasciate scariche per due mesi, per permettere il perfetto consolidamento e gli eventuali rassetti della muratura. Frattanto vennero costruiti e messi in opera speciali sostegni di acciaio, convenientemente controventati, sui quali, durante lo smontaggio delle vecchie colonne e il montaggio delle nuove, doveva insistere il carico.

Le nuove colonne, di sezione ottagonale, iscritte in un cerchio del diametro di cm. 39,5 in cima e di cm. 44,5 alla base, lunghe m. 7,14, furono collocate in posto il più vicino possibile alle vecchie. Un tubo di acciaio del diametro di cm. 10 fu posto nell'interno della colonna, per lo scarico delle puviali, e quindi lo spazio avente la sezione di corona circolare e compreso tra il tubo e la colonna venne riempito di fine conglomerato di cemento.

(B. S.) Nomogrammi per il calcolo delle resistenze meccaniche di pali e travi. (*Revue générale de l'électricité*, 14 luglio 1923, pag. 13 D).

La figura rappresenta la combinazione di due nomogrammi e permette di risolvere due problemi distinti: la flessione semplice di travi rettilinee di sezione circolare; e la torsione semplice di travi qualunque di sezione circolare, nonchè di determinare il relativo angolo di torsione. Conoscendo due delle tre grandezze (diametro, momento flettente o torcente, e tensione unitaria) si ottiene la terza sulla retta individuata dai valori delle prime due.

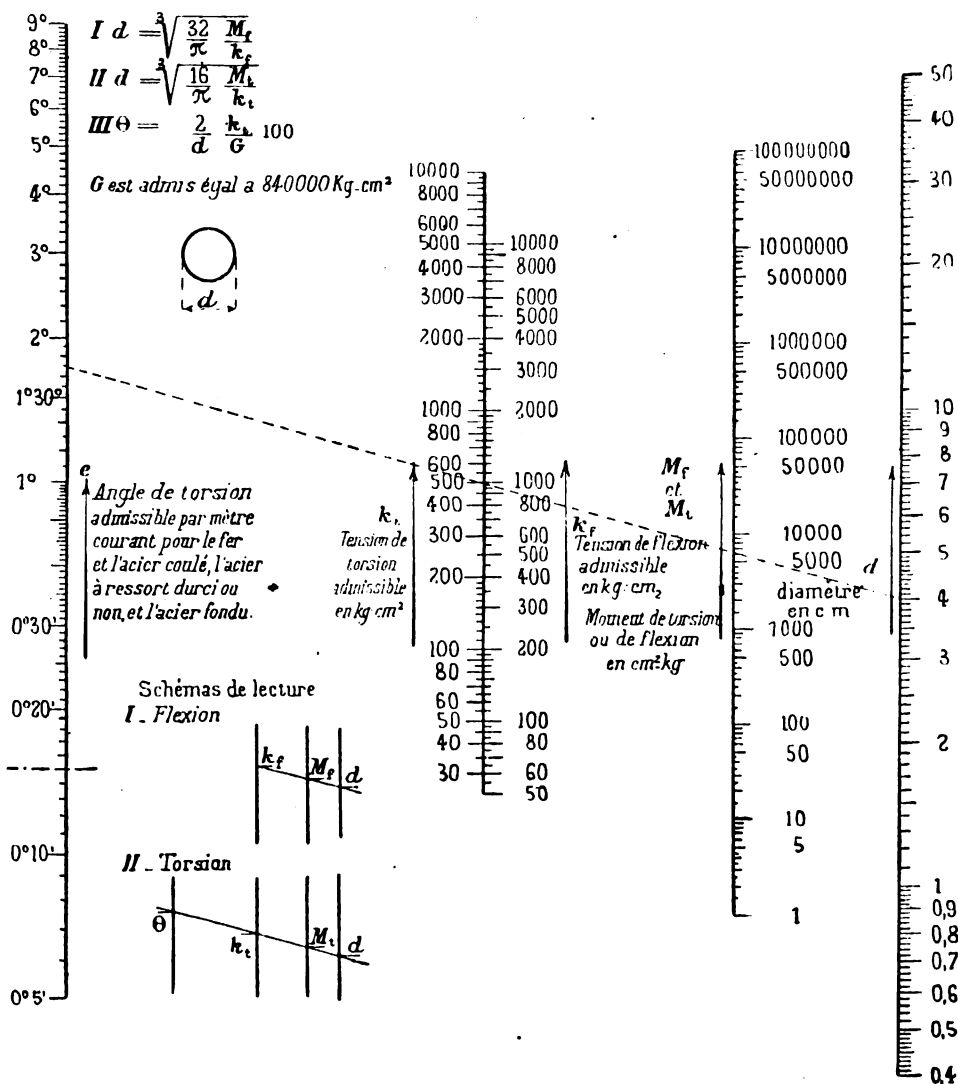
Digitized by Google

Lo schema di lettura I (flessione) corrisponde alla risoluzione della formola: $d = \sqrt[3]{\frac{32}{\pi} \frac{M_f}{K_f}}$;
lo schema II (torsione) deriva dalla formolo $d = \sqrt[3]{\frac{10}{\pi} \frac{M_t}{K_t}}$; lo schema III (angolo di torsione) deriva dalla formola arc. $\theta = \frac{2}{d} \frac{K_t}{G}$ 100; in cui:

d è il diametro della trave, in centimetri;

M sono i momenti, rispettivamente flettente (f) e torcente (t) in centimetri-kilogrammi;

K le tensioni unitarie in kg.-cmq.;

G è il modulo di elasticità al taglio, ammesso uguale a 840.000 kg.-cmq. per il ferro.

(B. S.) Influenza del quantitativo d'acqua d'impasto sulla resistenza alla compressione dei conglomerati cementizi. (*Le industrie costruttive*, luglio 1923, pag. 57).

Traendo lo spunto dalle conclusioni a cui pervenne l'ing. Santarella in un articolo del febbraio scorso [1], l'ing. Armando Landini riferisce i risultati di numerose esperienze da lui eseguite

[1] Vedi questo periodico, maggio 1923, pag. 211.

Digitized by Google

fin dal 1914, in varie riprese, nel laboratorio sperimentale per la resistenza dei materiali della R. Scuola di Applicazione di Bologna, per giungere a conclusioni alquanto diverse da quelle dell'ing. Santarella, e concordanti invece con le proposte approvate dall'Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione (S. I. M.) nell'aprile 1922. Tali proposte riguardano modificazioni da introdurre nel regolamento del 10 gennaio 1907, l'unico che finora contenga disposizioni legislative per le costruzioni in cemento armato, e si possono così riassumere:

Il conglomerato normale (kg. 300 di cemento; m.³ 0,400 di sabbia e m.³ 0,800 di ghiaietta o pietrisco) può distinguersi in:

a) conglomerato a consistenza di terra appena umida (acqua d'impasto 12% del volume del conglomerato in opera), da usare mediante un energico lavoro di battitura, solo nelle costruzioni in cui l'armatura metallica sia molto complessa e a barre assai avvicinate;

Fig. 1.

Linea continua – Malta normale 1 : 3.
» a tratto e punto – Calcestruzzo (acqua 6 % in peso).
» tratteggiata – Calcestruzzo (acqua 8 % in peso).

b) conglomerato plastico (acqua d'impasto 16 % in volume), da adottarsi quando la disposizione e le dimensioni delle armature in ferro e delle casseforme non consentano l'impiego del conglomerato *a*);

c) conglomerato fluido o colato (acqua 20 %), da adottarsi solo in lavori speciali, quando non sia possibile adottare i primi due getti.

Aumentando la quantità d'acqua d'impasto, rispetto a quella occorrente per il conglomerato del tipo *a*), si dovrà aumentare corrispondentemente la dosatura del cemento.

Si tralasciano per brevità la descrizione delle numerosissime esperienze eseguite dal Landini; si riportano solo i diagrammi più importanti e significativi.

Il diagramma della fig. 1 indica la resistenza alla compressione della malta normale 1 : 3 in peso (acqua d'impasto = 9 ÷ 9,5% del peso della miscela secca) in confronto alla resistenza del calcestruzzo normale, col 6 % in peso (= 12,75 % del volume del conglomerato in opera) e coll'8 % in peso (= 17 % in volume) di acqua d'impasto, dopo la stagionatura di giorni 28. Le ascisse (1, 2,... 5) corrispondono a cinque campioni differenti di cemento Portland.

Fig. 2.

Linea continua – Malta normale 1 : 3 – Stagionatura giorni 84.
» a tratti brevi – Malta plastica – » »
» a tratti lunghi – Malta normale 1 : 3 – Stagionatura giorni 28.
» a tratto e punto – Malta plastica – » »

I rapporti ottenuti tra le resistenze a compressione della malta normale 1 : 3 a consistenza normale (acqua d'impasto 8 % in peso della miscela secca, e con impasto eseguito e compresso

Digitized by Google

a macchina) e a consistenza plastica (acqua 10 % in peso, con impasto eseguito e compresso a mano) variano passando dalla stagionatura di giorni 28 alla stagionatura di giorni 84. Il diagramma della fig. 2 rappresenta appunto i risultati ottenuti su 48 serie di sei campioni ciascuna.

I risultati suddetti, uniti a molti altri che si tralascia di enunciare, spingono il Landini alla conclusione che, se è vero che il quantitativo di acqua d'impasto ha grande influenza sulla resistenza alla compressione dei conglomerati cementizi, non è tuttavia necessario spingersi in ulteriori studi particolareggiati, i quali porterebbero quasi con certezza a risultati troppo teorici, poichè molti e troppo svariati per tenerne conto nella pratica sono gli elementi che, oltre al quantitativo d'acqua, dovrebbero prendersi in esame come capaci di influire sulla resistenza dei conglomerati: grado di umidità dei materiali in cantiere, variabilità del volume in relazione all'umidità, variabilità di peso e volume del cemento con la finezza della macinazione, grado granulometrico degli elementi, porosità di ghiaia e sabbia, modo e durata del rimescolamento dell'impasto. Visto tutto ciò, dovrebbe bastare introdurre nei regolamenti ufficiali la norme proposte nel congresso di Torino dalla S. I. M.

(B. S.) Le rotture accidentali dei materiali metallici in opera ed il modo di prevenirle.
(*L'Elettrotecnica*, 5 ottobre 1923, pag. 000).

Ci pare opportuno riassumere questo articolo, il quale riproduce integralmente una confeferenza tenuta dal nostro collaboratore dott. Pietro Forcella, dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS., presso l'Associazione Elettrotecnica Italiana.

E ciò perchè l'argomento può interessare gli enti che devono approvvigionare metalli pei loro bisogni, e sopratutto le ferrovie, in quanto vi si tratta appunto dei materiali metallici ferroviari o, più precisamente, dei materiali rotti in opera dopo breve impiego oppure rotti in opera dopo lungo impiego o non ancora rotti.

* * *

Le rotture prese in esame sono quelle *accidentali* ovverosia quelle che si sono manifestate *inaspettatamente* o *immaturamente*.

Com'è noto, la rottura in opera di un organo fisso o in movimento non è sempre causata da fatti esteriori (urti violenti, sforzi superiori a quelli calcolati, eccessiva usura, riscaldo, durata in esercizio troppo lunga, ecc.) nè da cause intrinseche evidenti soluzioni di continuità eterogeneità locali, difetti di composizione chimica) nè, infine, da deficienze di caratteristiche meccaniche prescritte dai vecchi capitolati (resistenza ed allungamento alla prova di trazione e resistenza all'urto con la empirica prova di fragilità fatta con la « bertha ».

Quando mancano tali cause che diremo comuni, bisogna ricercarne altre.

In queste ulteriori ricerche si è trovato che la maggior parte degli organi che si erano rotti accidentalmente presentavano una cristallizzazione più o meno grossa. Questa constatazione ha determinato a sua volta lo studio della cristallizzazione di altrettali ed altrettanti organi non ancora rotti in opera dopo lungo esercizio o rotti dopo impiego lunghissimo e si è trovato che essi possedevano, in generale, la cristallizzazione minuta.

Tale confronto, fatto con l'ausilio del *microscopio*, è stato seguito da altri confronti fatti:

a) con la prova ordinaria di trazione per la determinazione della *resistenza* e dell'*allungamento*;

b) con la prova di fragilità su barretta intagliata per la determinazione della *resilienza*;

c) con la suddetta prova di fragilità prima e dopo la ricottura razionale degli organi rotti prematuramente in servizio.

I risultati di queste prove di confronto sono molti importanti e vengono riportati nelle seguenti tabelle I e II e nel diagramma successivo (fig. 1).

Digitized by Google

Confronto fra materiali buoni e materiali difettosi TABELLA N. 1

Organi esaminati	Caratteristiche meccaniche e strutturali di organi rotti dopo breve impiego in opera				Caratteristiche meccaniche e strutturali di organi non rotti in opera o rotti dopo lungo impiego			
	Prova di trazione		Prova di fragilità resilienza	Microstruttura	Prova di trazione		Prova di fragilità resilienza	Microstruttura
	R = kg/mm²	A = %	kg/cm²		R = kg/mm²	A = %	kg/cm²	
Cerchione . . . . N. 1	84	18	1	Cristallizzazione grossa	—	—	—	—
Id. » 2	77	22	1	Id.	—	—	—	—
Id » 3	—	—	—	—	83	23	5	Cristallizzazione minuta
Id. » 4	—	—	—	—	75	24	6	Id.
Albero a gomito . . . . N. 1	68	17	1	Cristallizzazione grossa	—	—	—	—
Id. » 2	60	21	6	Id.	—	—	—	—
Id. » 3	—	—	—	—	69	20	23	Cristallizzazione minuta
Id. » 4	—	—	—	—	62	20	11	Id.
an ascia d'armamento. N. 1	57	20	5	Cristallizzazione grossa	—	—	—	—
Id. » 2	51	22	5	Id.	—	—	—	—
Id. » 3	—	—	—	—	52	20	18	Cristallizzazione minuta
Id. » 4	—	—	—	—	50	22	17	Id.
Gancio di trazione . . . N. 1	43	25	2	Cristallizzazione grossa	—	—	—	—
Id. » 2	41	32	5	Id.	—	—	—	—
Id. » 3	—	—	—	—	39	33	37	Cristallizzazione minuta
Id. » 4	—	—	—	—	38	34	39	Id.
Piastra tubolare di rame N. 1	23	40	4	Cristallizzazione grossa	—	—	—	—
Id. » 2	22	43	6	Id.	—	—	—	—
Id. » 3	—	—	—	—	23	43	10	Cristallizzazione minuta
Id. » 4	—	—	—	—	22	41	15	Id.

Influenza della ricottura sulla resilienza TABELLA N. 2

ORGANI ESAMINATI	Resilienza in kgm/cm² di organi rotti dopo breve impiego.	Resilienza in kgm/cm² degli stessi organi dopo ricottura di rigenerazione.
Cerchione . . . . N. 1	1	5
Id. . . . . » 2	1	5
Albero a gomito . . . . » 1	1	6
Id. . . . . » 2	6	10
Ganascia . . . . » 1	5	16
Id. . . . . » 2	5	10
Gancio di trazione . . . . » 1	2	14
Id. . . . . » 2	5	33
Piastra tubolare . . . . » 1	4	18
Id. . . . . » 2	6	20

Digitized by Google

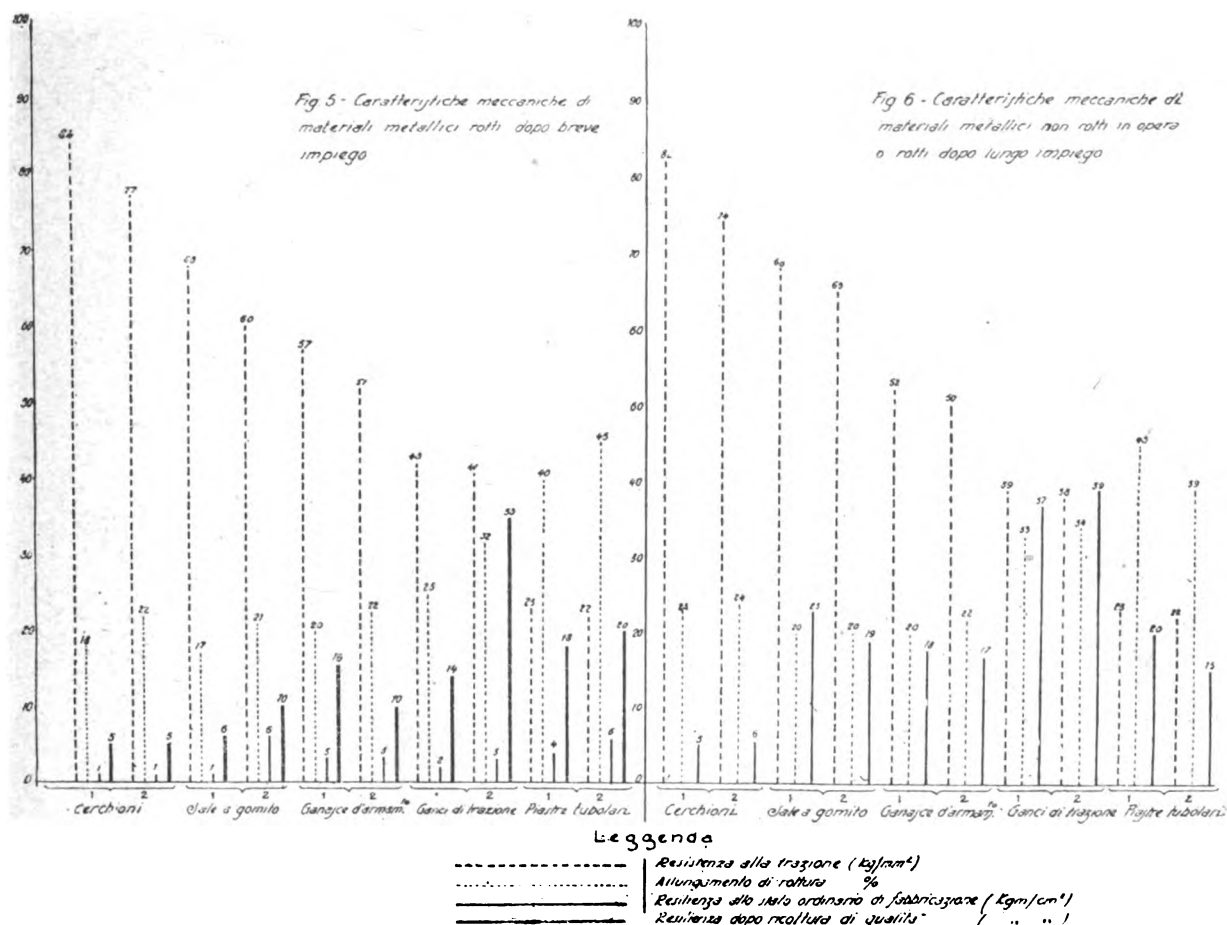



Fig 1. — Diagramma riassuntivo delle tabelle precedenti.

Dalle 2 tabelle e dal diagramma in fig. 1 (ove sono riassunte le constatazioni sperimentali fatte sopra un grande numero di materiali metallici ferroviari) si possono trarre rilievi molto importanti:

1° nei materiali metallici rotti dopo breve impiego le caratteristiche meccaniche R e A alla prova ordinaria di trazione sono il più delle volte *normali* come sono sempre normali sui materiali rotti dopo lungo impiego o non rotti in opera;

2° nei materiali metallici rotti dopo breve impiego la caratteristica meccanica alla prova di fragilità su barretta intagliata, ovverosia la *resilienza*, è sempre *bassa*; mentre è generalmente *alta* nei materiali metallici che hanno avuto ottimo comportamento in servizio;

3° i materiali di breve durata in opera a causa della cristallizzazione grossa (vedi figg. 2 e 4), aumentano notevolmente la loro resilienza quando acquistano la cristallizzazione minuta mediante una ricottura razionale (vedi: figg. 3 e 5).

Conseguentemente:

1° la prova ordinaria di trazione *ben poco può dire sulla durata in opera* dei materiali metallici fissi e in movimento;

2° la prova di fragilità su barretta intagliata *può entrare in merito alla questione della durata in servizio* dei suddetti materiali;

3° la cristallizzazione minuta ottenuta sui materiali metallici mediante una semplice ricottura, ma *razionale*, può dare di *per se stessa* affidamento di maggior durata dei materiali in opera.

Il Forcella ha trattato, sotto questo triplice aspetto, dei cerchioni, degli alberi a gomito, delle ganasce d'armamento, degli organi d'attacco, delle lamiere in acciaio da caldaie, delle

Digitized by Google

piastre tubolari di rame comune e all'arsenico, ecc., ed ha mostrato, con numerose proiezioni, l'aspetto delle fratture (vedi: figg. 6 e 10) la microstruttura di organi a basso (fig. 7) e ad alto rendimento (fig. 11) e, infine, le modificazioni microstrutturali che assumono con la buona ricottura gli acciai (figg. 4, 5 e 8) il rame.

Egli ha concluso rilevando che in Italia, paese *povero* di materie prime e *importatore* di molti manufatti esteri, è giustificato più che altrove l'uso delle misure per approvvigionare di materiali metallici forniti di *tutte* le caratteristiche meccaniche, chimiche e strutturali capaci di garantire la loro maggior *durata in opera*, e, in conseguenza, una notevole riduzione di quelle *rotture accidentali* che tanti e svariati danni possono arrecare.

Alcuni esempi di microstrutture presentati da materiali ferroviari rotti dopo breve impiego o dopo lungo impiego e di modificazioni microstrutturali per effetto della ricottura.

Ingr. 50 Diametri – Attacco con acido picrico.

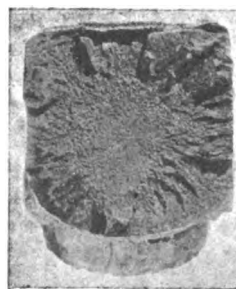



Fig. 2. Fig. 4. Fig. 6. Fig. 7.

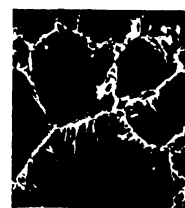
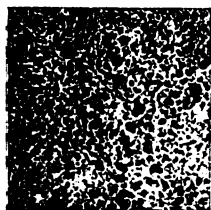
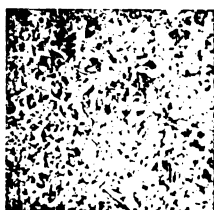



Fig. 3. Fig. 5. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

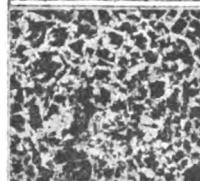
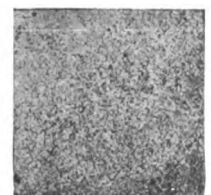



Fig. 2. — Cerchione rotto in opera (Resilienza 1 Kmg./cm.²).

Fig. 3. — Cerchione ricotto 800° (Resilienza 10 Kgm./cm.²)

Fig. 4. — Altro cerchione rotto in opera (Resilienza 1 Kgm./cm.²).

Fig. 5. — Cerchione ricotto 825° (Resilienza 10 Kgm./cm.²).

Fig. 6. — Superficie di frattura di un albero a gomito rotto in opera dopo 3 mesi di impiego.

Fig. 7. — Microstruttura presentata dall'albero (Resilienza 5 Kgm./cm.²).

Fig. 8. — Modificazione della microstruttura precedente mediante ricottura a 800° (Resilienza 10 Kgm./cm.²).

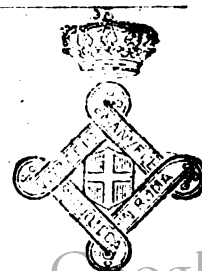
Fig. 9. — Modificazione della microstruttura in Fig. 8. mediante tempera in olio (Resilienza 18 Kgm./cm.²).

Fig. 10. — Superficie di frattura di un albero a gomito rotto in opera dopo 20 anni di impiego.

Fig. 11. — Microstruttura generale (Resilienza 20 Kgm./cm.²).

PALMA ANTONIO SCAMOLLA, *gerente responsabile*

ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

VALVOLA TRIPLA (*tipo K*) PER TRENI MERCI IN AMERICA

Veduta schematica del cassetto, della sua sede e della valvola regolatrice nelle diverse posizioni

Sfrenatura normale

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 6.

Frenatura accelerata

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 7.

Frenatura normale

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 8.

Posizione neutra dopo la frenatura accelerata

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 9.

Posizione neutra dopo una frenatura normale

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 10.

Sfrenatura ritardata

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 11

Frenatura rapida

v, z, valvola regolatrice, cassetto, sede, j, o, q, m, n, s, y, t, p, r, t

alla camera y della valvola secondaria del gruppo dell'azione rapida.

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

alla camera superiore dello stantuffo secondario del gruppo dell'azione rapida

all'atmosfera

al cilindro del freno

Fig. 12.

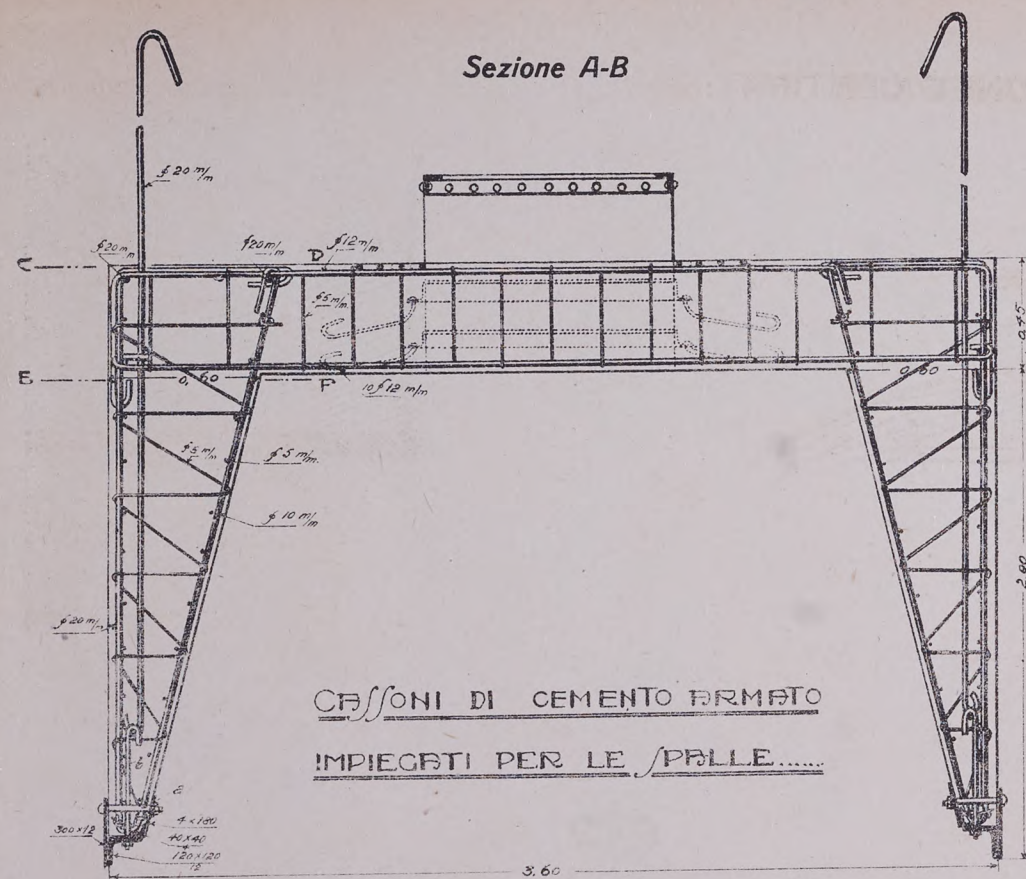
Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 6-1923

Digitized by Google

PONTE SUL TORRENTE OLIVERI (Palermo-Messina)

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

IL NUOVO PONTE SUL TORRENTE OLIVERI (Palermo-Messina)

PARTICOLARI CASSONI E CENTINA

Sezione A-B

CASSONI DI CEMENTO ARMATO IMPIEGATI PER LE SPALLE......

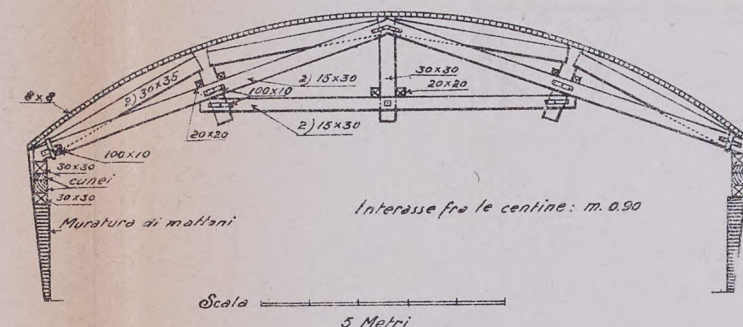
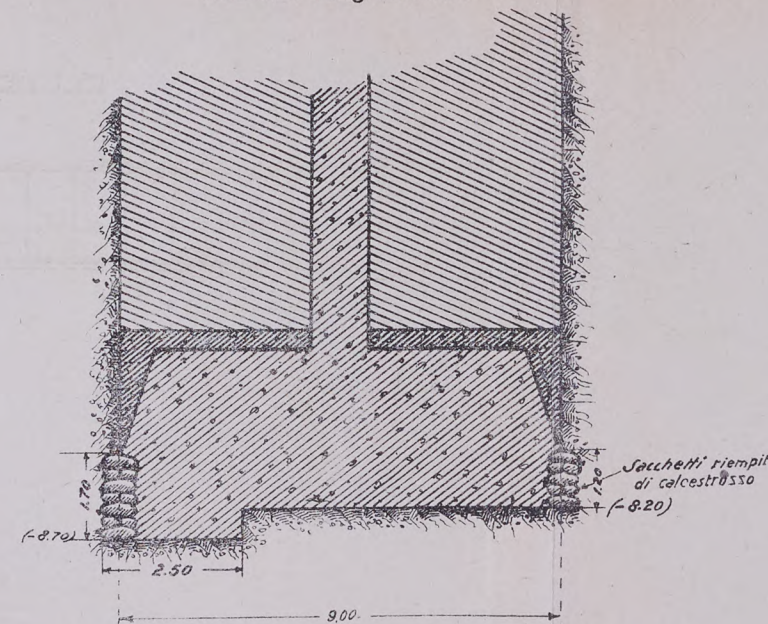
Tipo centina

Interasse fra le centine: m. 0.90

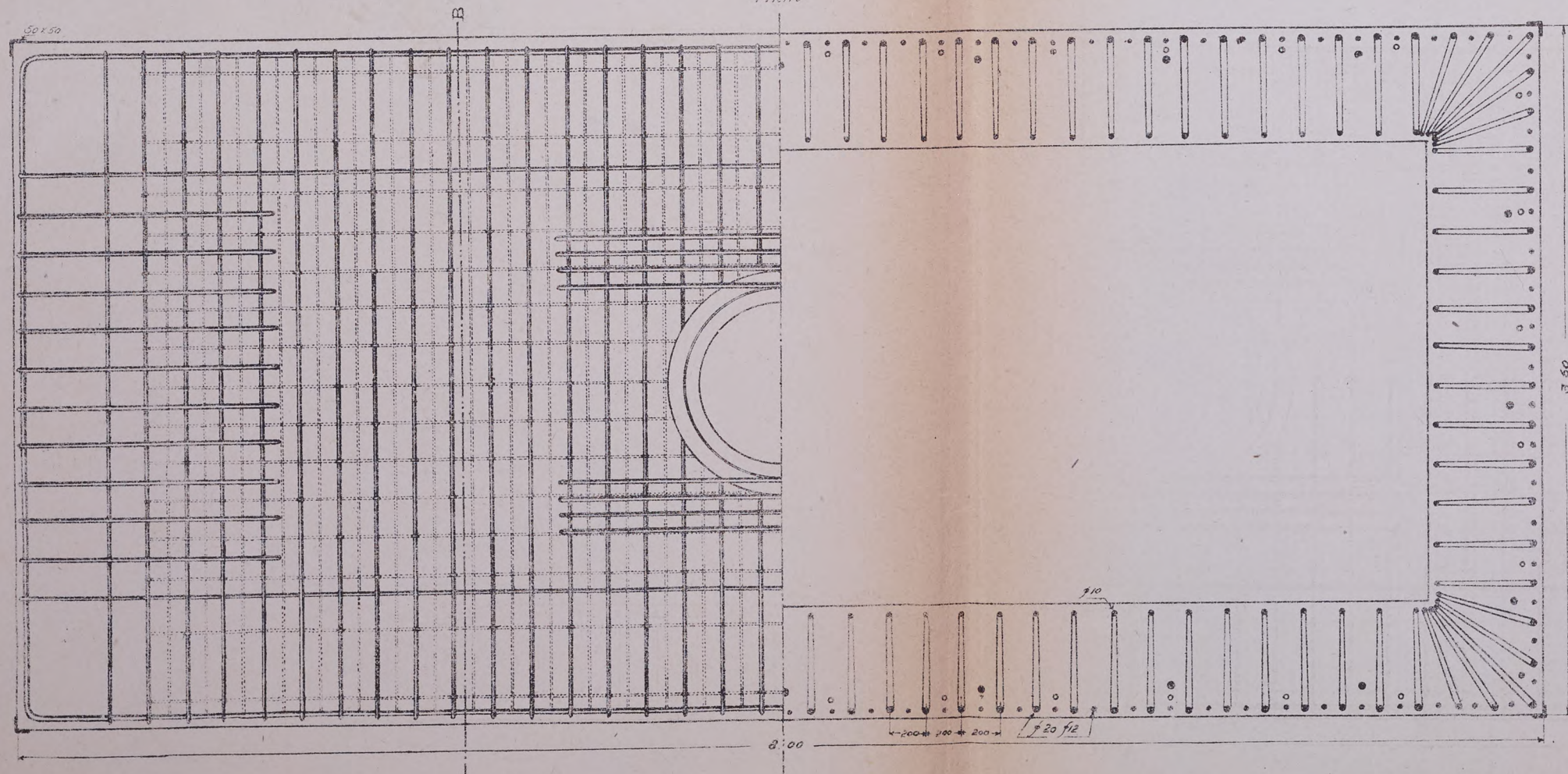
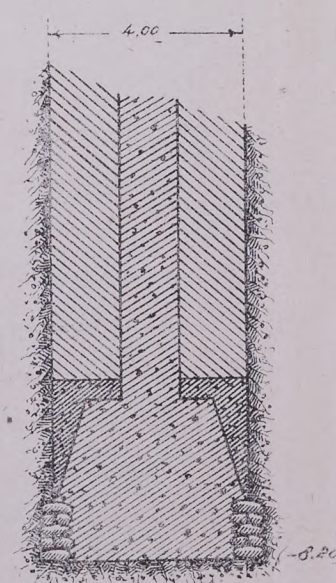
Muratura di mattoni

Scala — 5 Metri

Sezione longitudinale

Sacchetti riempiti di calcestruzzo

Sezione trasversale

$^1/_2$ Sezione C-D

Scala — 1 Metro

$^1/_2$ Sezione E-F

CASSONI IN CEMENTO ARMATO PER LE FONDAZIONI DEL PONTE OLIVERI

Dati per i calcoli

Dimensioni cassoni pila: m. 9,00 × 4,00
» » spalla: m. 8,00 × 3,60
Altezza camera lavoro: m. 2,00
Spessore pareti c. a.: { sul coltello m. 0,12 ; all'imposta del soffitto m. 0,60
Spessore soffitto c. a.: m. 0,45
Profondità di affondamento da m. + 1,20 a m. — 9,00. Totale m. 10,20
Angolo di equilibrio della terra $\varphi = 30°$
Peso terra imbevuta di acqua P_t=Kg. 1800 al mc.
Peso calcestruzzo di cemento armato P_c=Kg. 2500 al mc.
Peso muratura ord. di pietrame P_m=Kg. 2200 al mc.

Parete

Spinta orizzontale sopra una zona larga 1 metro

$$S = \frac{1}{2} P_t \ (H^2 - h^2) \ tg^2 \left(45° - \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{1}{2} 1800 \ (\overline{10.20}^2 - \overline{8,20}^2) \ tg^2 \left(45 - \frac{30}{2}\right) = Kg. 11030$$ applicata a m. 1,04 dall'incastro

Momento flettente massimo all'incastro

$$M = 11030 \times 1,04 = Kgm. \ 11471,2 = Kgcm. \ 1147120$$

Asse baricentrico area metallo compresso
Asse neutro
Asse baricentrico area metallo teso

$e = 100$
$h = 60$
$h' = 57$
$h'' = 3$

Area metallo teso $\omega = 5 \phi 20 + 5 \phi 12 = cm^2 \ 21,4$
» » compresso $\omega' = 5 \phi 10 = cm^2 \ 3,9$

$$a = -\frac{(21.4 + 3.9)\ 10}{100} + \sqrt{\left[\frac{(21.4 + 3.9)\ 10}{100}\right]^2 + \frac{2 \times 10}{100} (21,4 \times 57 + 3,9 \times 3)} = 13,4$$

$$b = 57 - 13,4 = 43,6$$
$$b' = 13,4 - 3 = 10,4$$

$$\frac{I}{a} = \frac{1}{3} 100 \times \overline{13,4}^2 + \frac{10}{13.4} (21,4 \times \overline{43,6}^2 + 3,9 \times \overline{10,4}^2) = 36658$$

Lavoro massimo del calcestruzzo a compressione $\sigma_c = \frac{1147120}{36658} = 31 \ Kg/cmq$

» » » ferro a tensione $\sigma_f = \frac{10 \times 31 \times 43.6}{13.4} = 1000 \ Kg/cmq$

Soffitto

Si ammette che graviti sul soffitto del cassone la porzione di muratura data dal triangolo rettangolo isoscele avente per ipotenusa la portata l del soffitto. Limitiamo il calcolo al soffitto del cassone della pila e, data la lieve differenza di portata, armiamo i cassoni della spalla identicamente.

Supposto il soffitto semplicemente appoggiato alla parete, sopra un metro di soffitto si ha

$$M = \frac{1}{8} P_c \ l^2 + \frac{1}{3} P_m \left(\frac{l}{2}\right)^3 =$$
$$= \frac{1}{8} 2500 \times 0.45 \times \overline{2.80}^2 + \frac{1}{3} 2200 \left(\frac{4.00 - 2 \times 0.60}{2}\right)^3 =$$
$$= Kgm \ 3102,37 = Kgcm. \ 310237$$

Sezione sulla mezzeria per 1 metro di larghezza
Vale la stessa figura di sopra dove: $h = 45$, $h' = 42$, $h'' = 3$

Area metallo teso $10 \phi 12 = 11,3$
» » compresso $5 \phi 12 = 5.65$

$$a = -\frac{10}{100} (11,3 + 5,65) + \sqrt{\left[\frac{10}{100} (11,3 + 5,65)\right]^2 + \frac{2 \times 10}{100} (42 \times 11,3 + 3 \times 5,65)} = 8.3$$

$$b = 42 - 8,3 = 33,7$$
$$b' = 8,3 - 3 = 5,3$$

$$\frac{I}{a} = \frac{1}{3} 100 \times \overline{8,3}^2 + \frac{10}{8.3} (11,3 \times \overline{33,7}^2 + 5,65 \times \overline{5,3}^2) = 17950$$

Lavoro massimo del calcestruzzo a compressione

$$\sigma_c = \frac{310237}{17950} = \sim 17 \ Kg/cmq$$

Lavoro massimo del ferro a tensione

$$\sigma_f = \frac{10 \times 17 \times 33.7}{8.3} = \sim 700 \ Kg/cmq$$

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

CARRO-OFFICINA-ALLOGGIO PER OPERAI DEGLI APPARATI CENTRALI

SEZIONE LONGITUDINALE

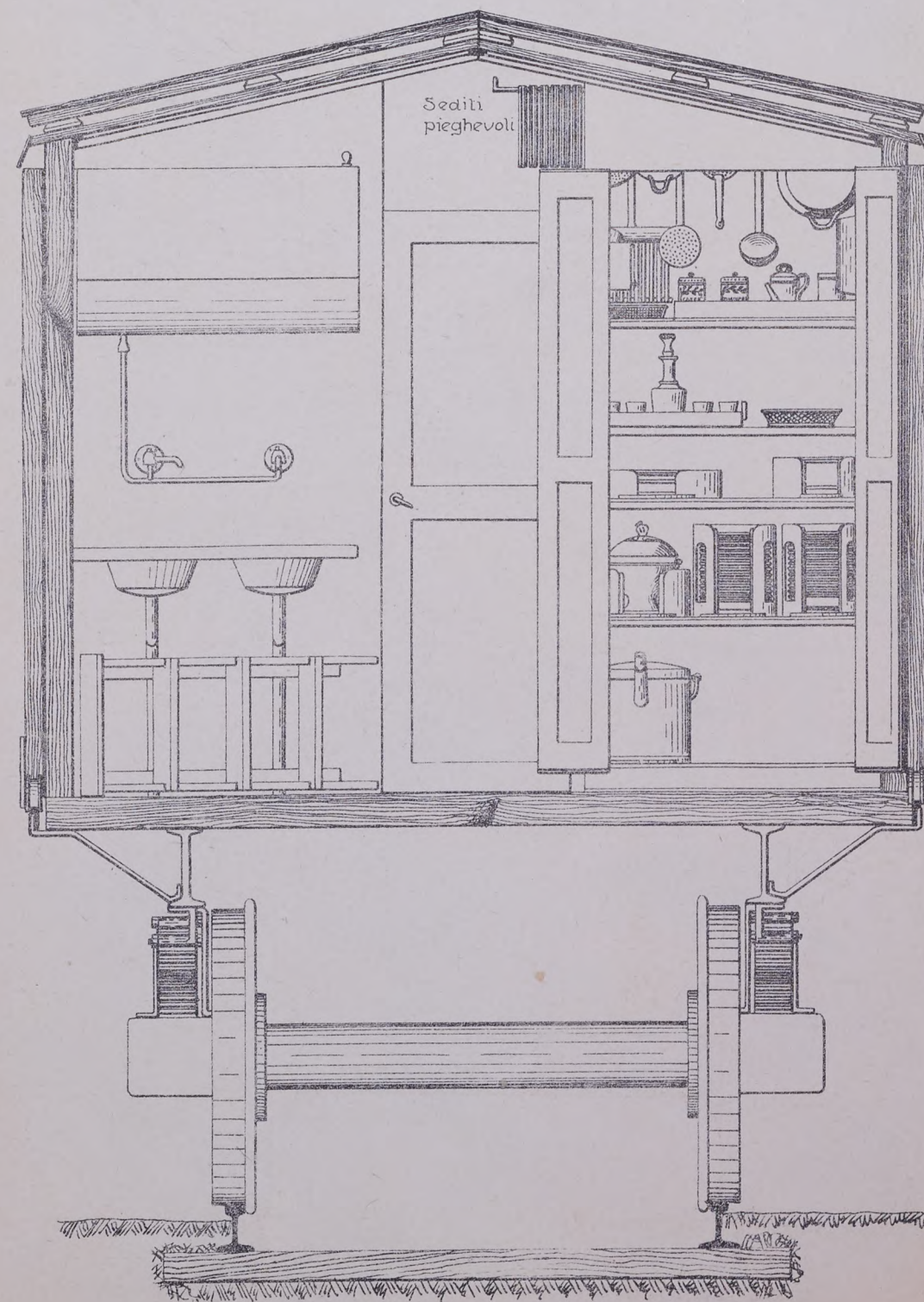
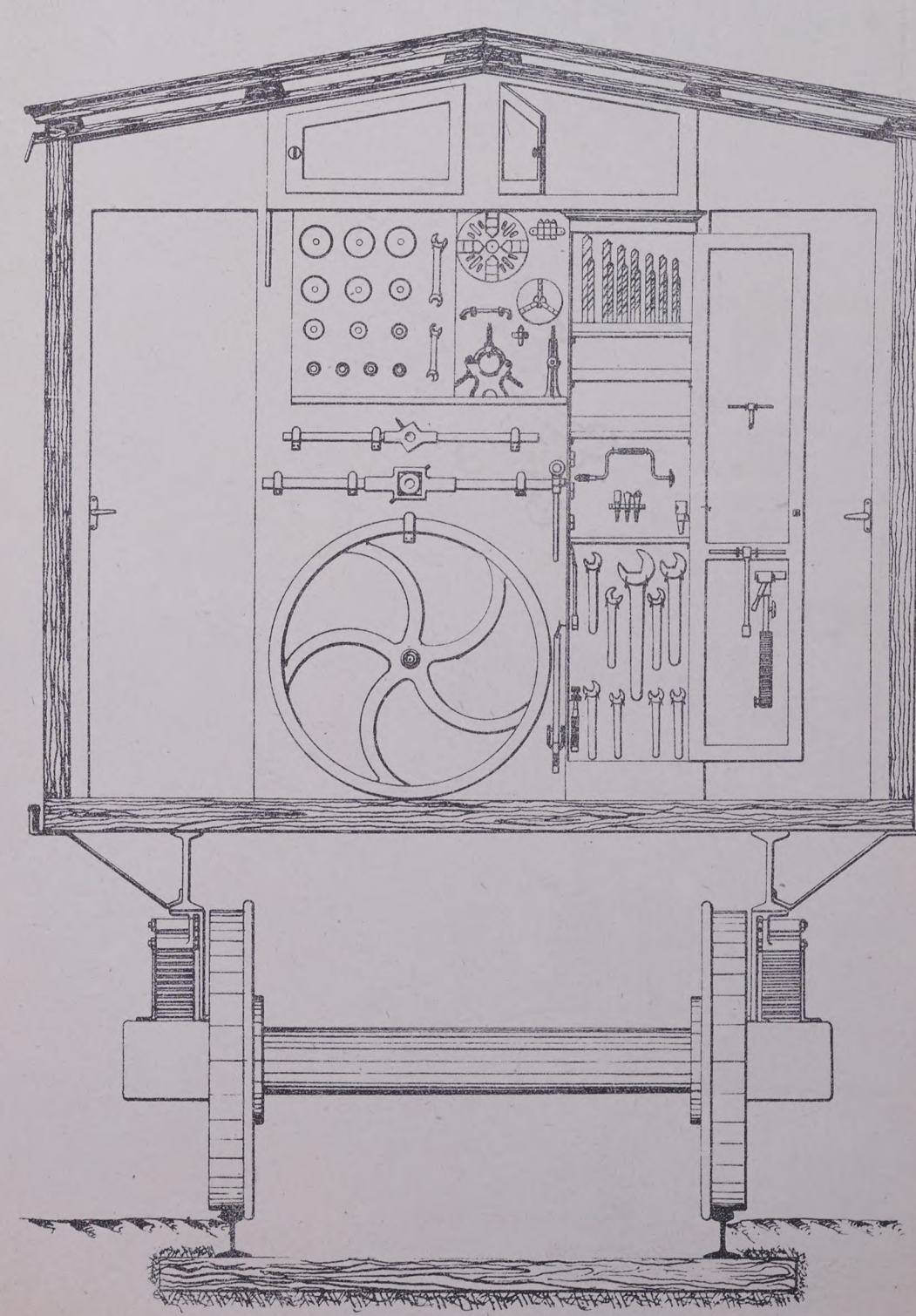
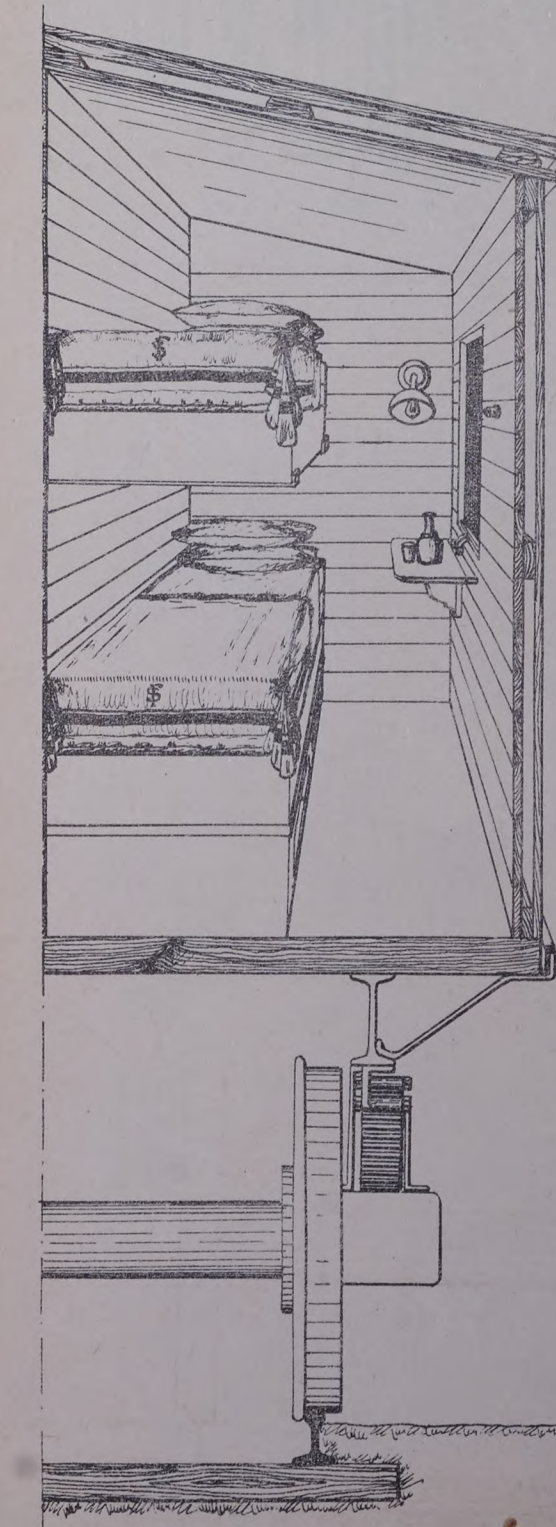
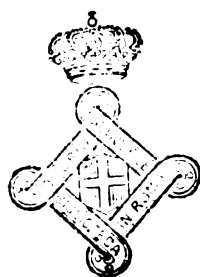
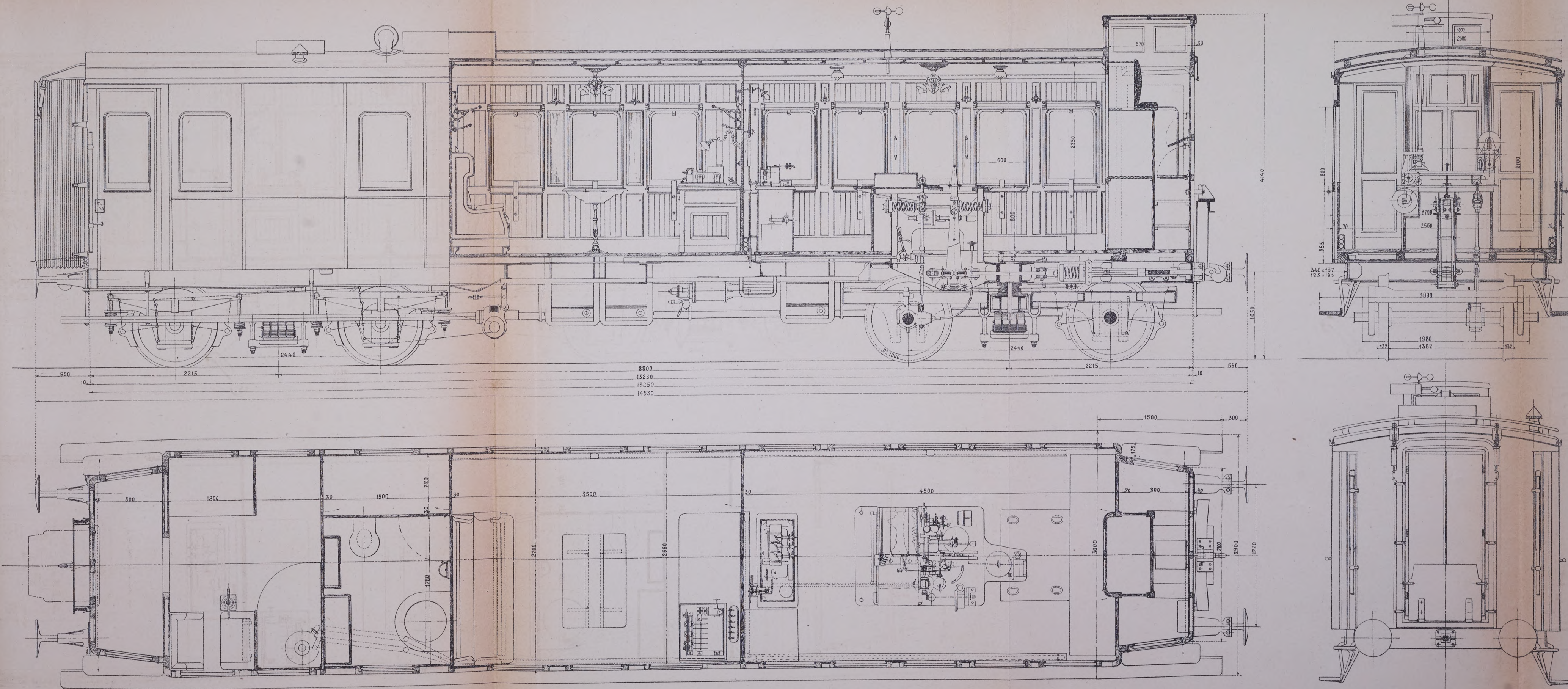
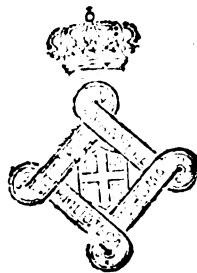
PIANTA

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

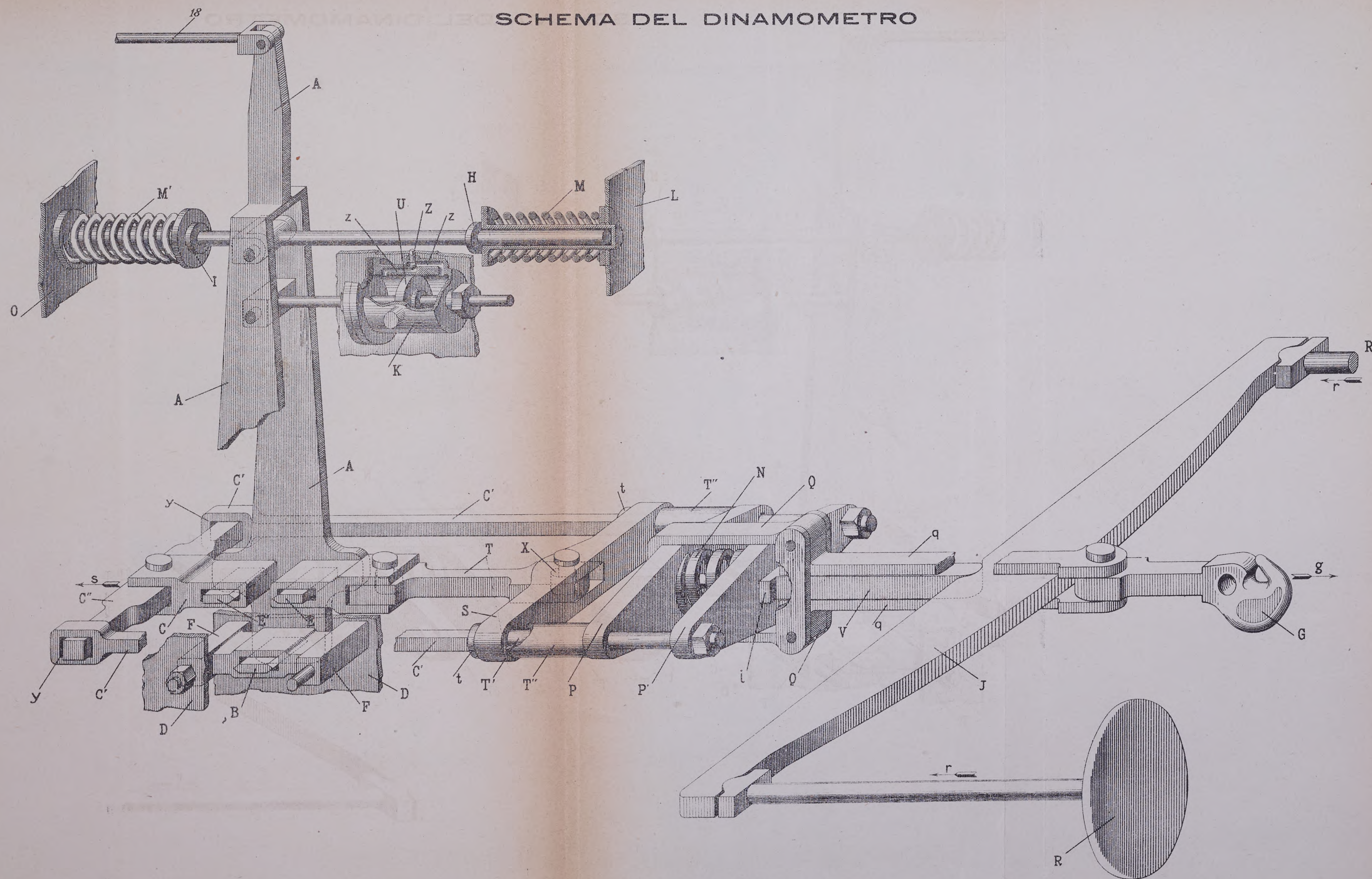
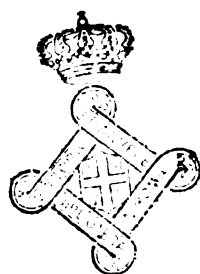
CARROZZA DINAMOMETRICA DELLE F. S.

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

CARROZZA DINAMOMETRICA DELLE F. S.

SCHEMA DEL DINAMOMETRO

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

CARROZZA DINAMOMETRICA DELLE F. S.

TAVOLO DEGLI APPARECCHI DINAMOMETRICI

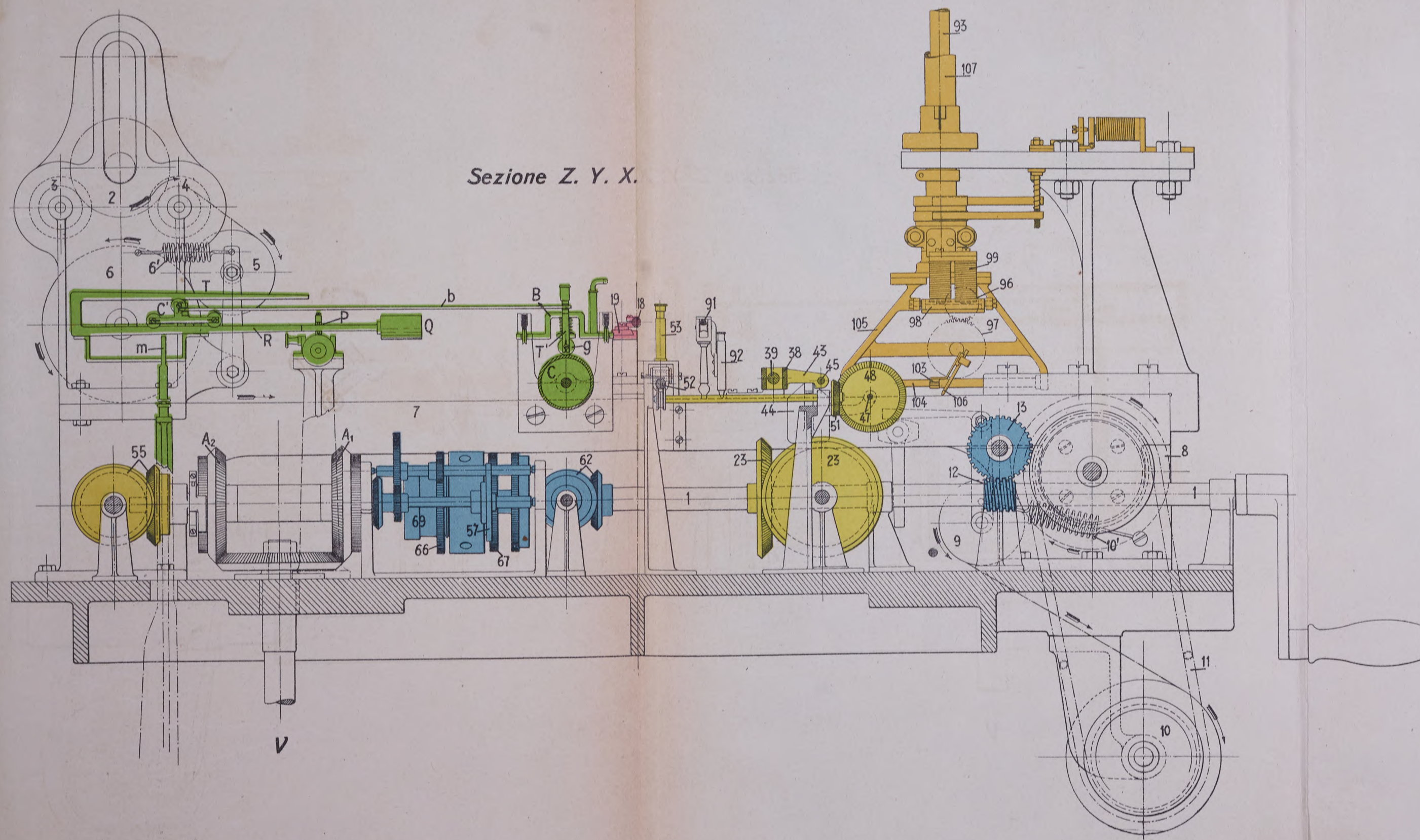
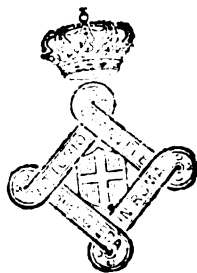
Sezione Z. Y. X.

Sezione V. Y. Z.

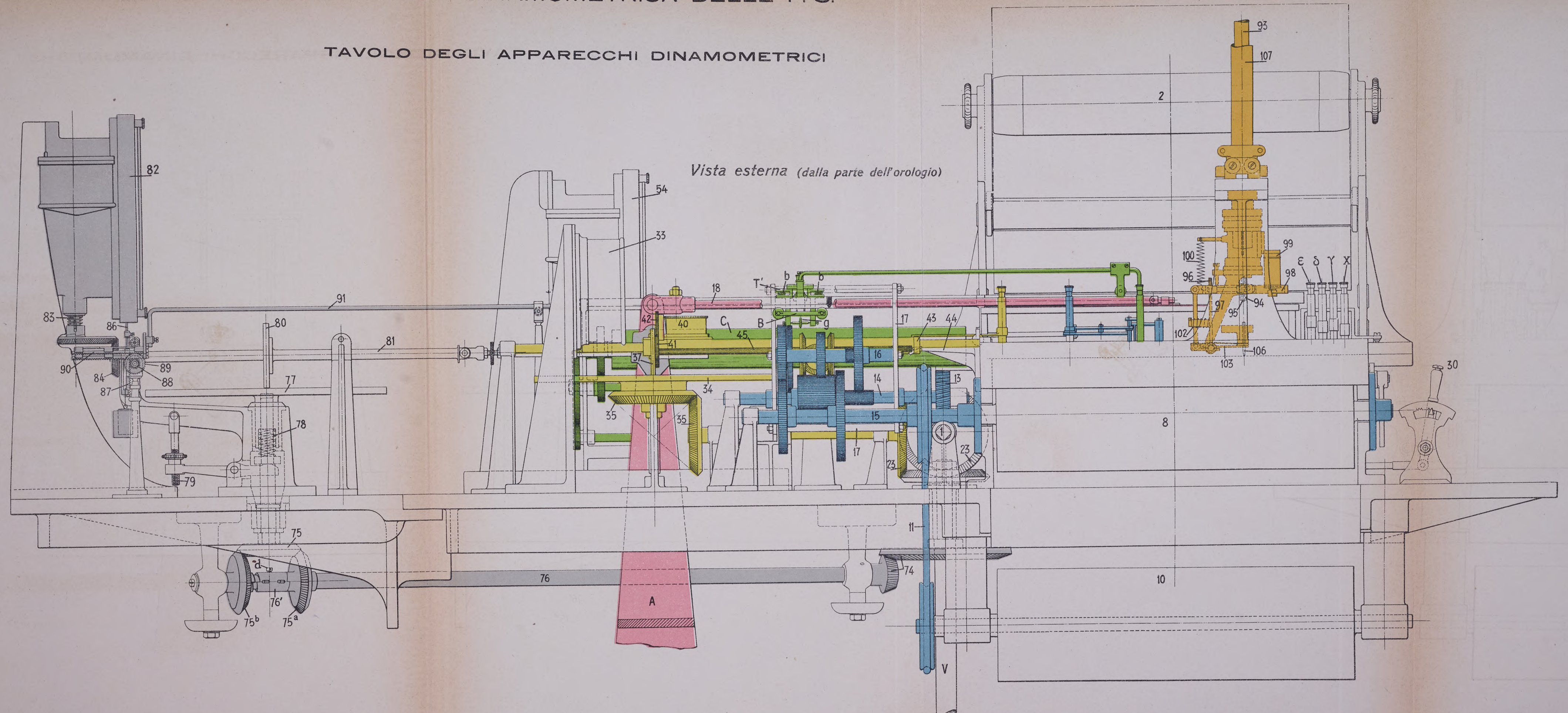
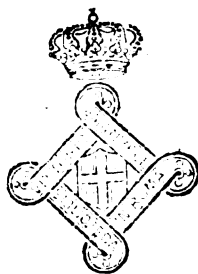
Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

CARROZZA DINAMOMETRICA DELLE F. S.

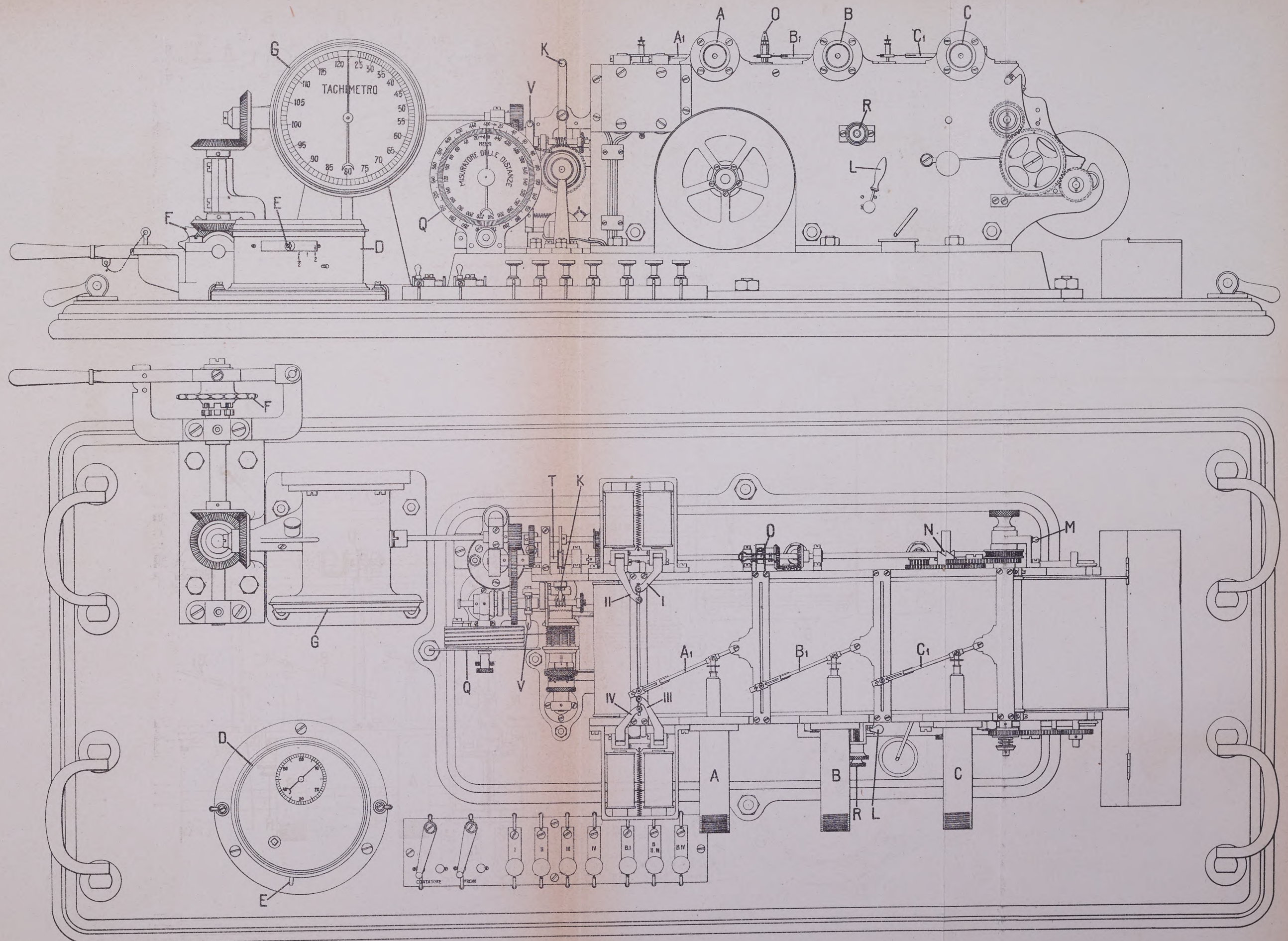
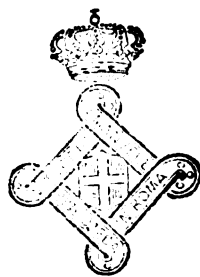
TAVOLO DEGLI APPARECCHI DINAMOMETRICI

Vista esterna (dalla parte dell'orologio)

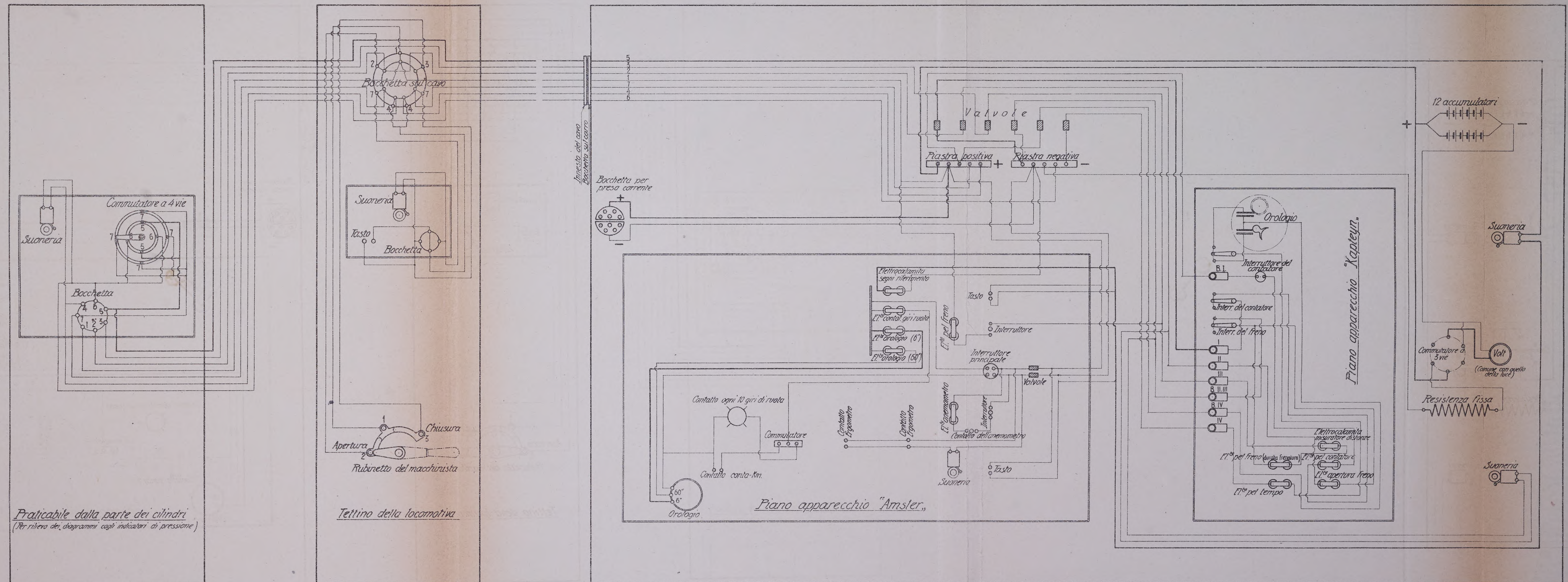
Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

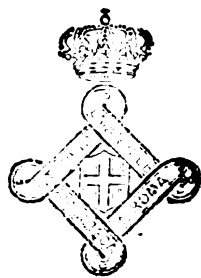
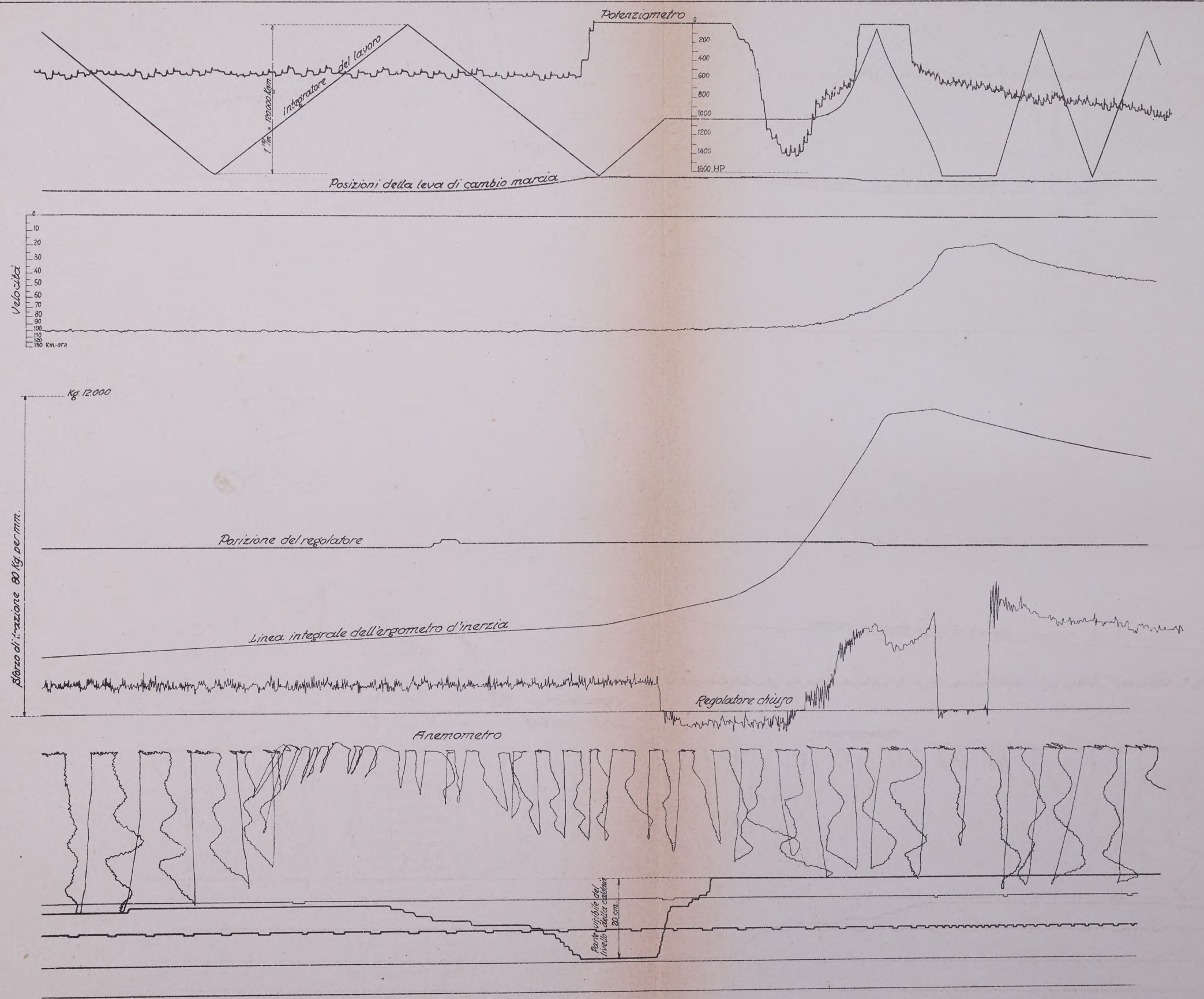
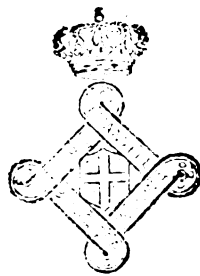
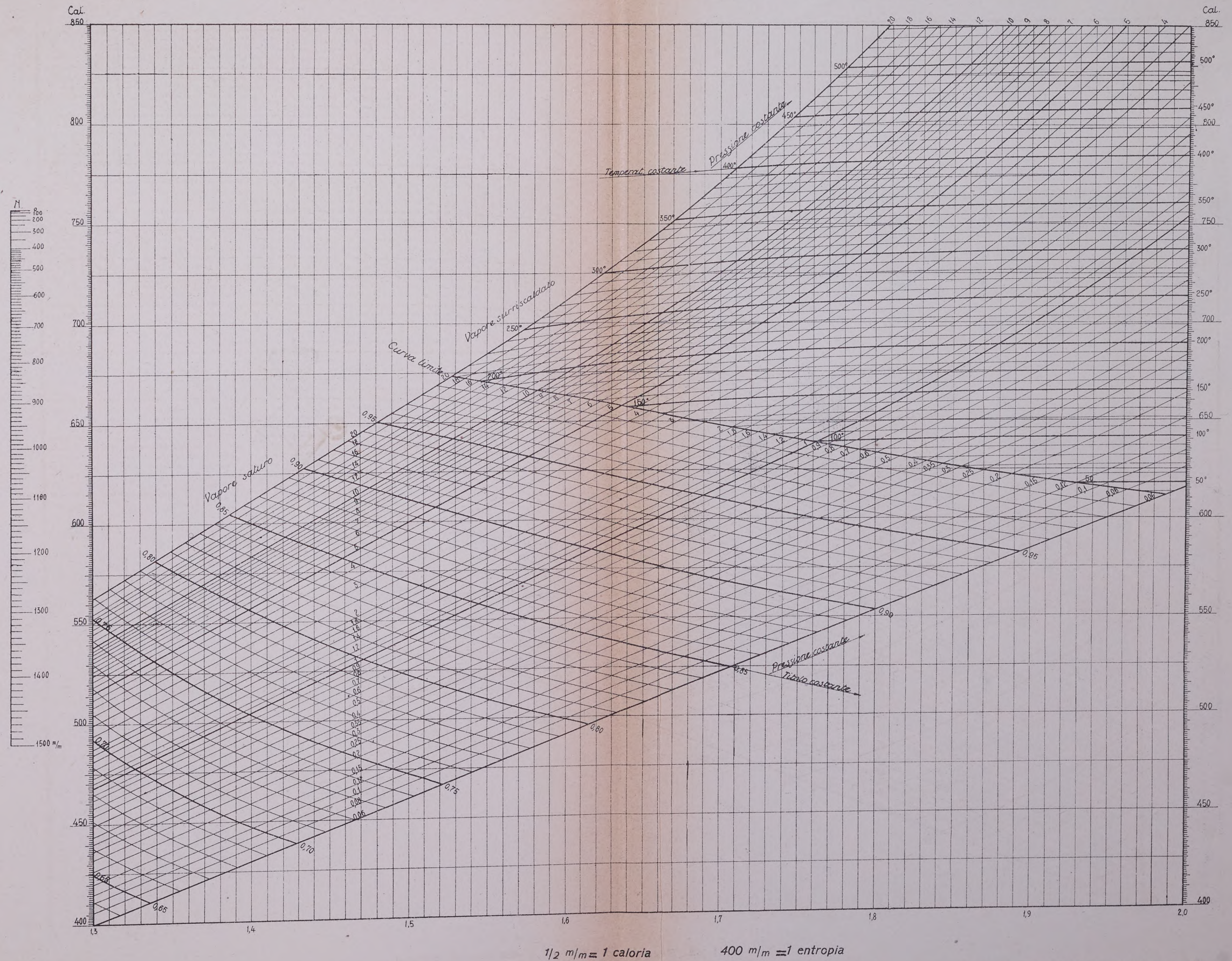
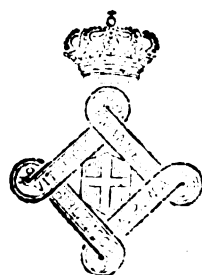
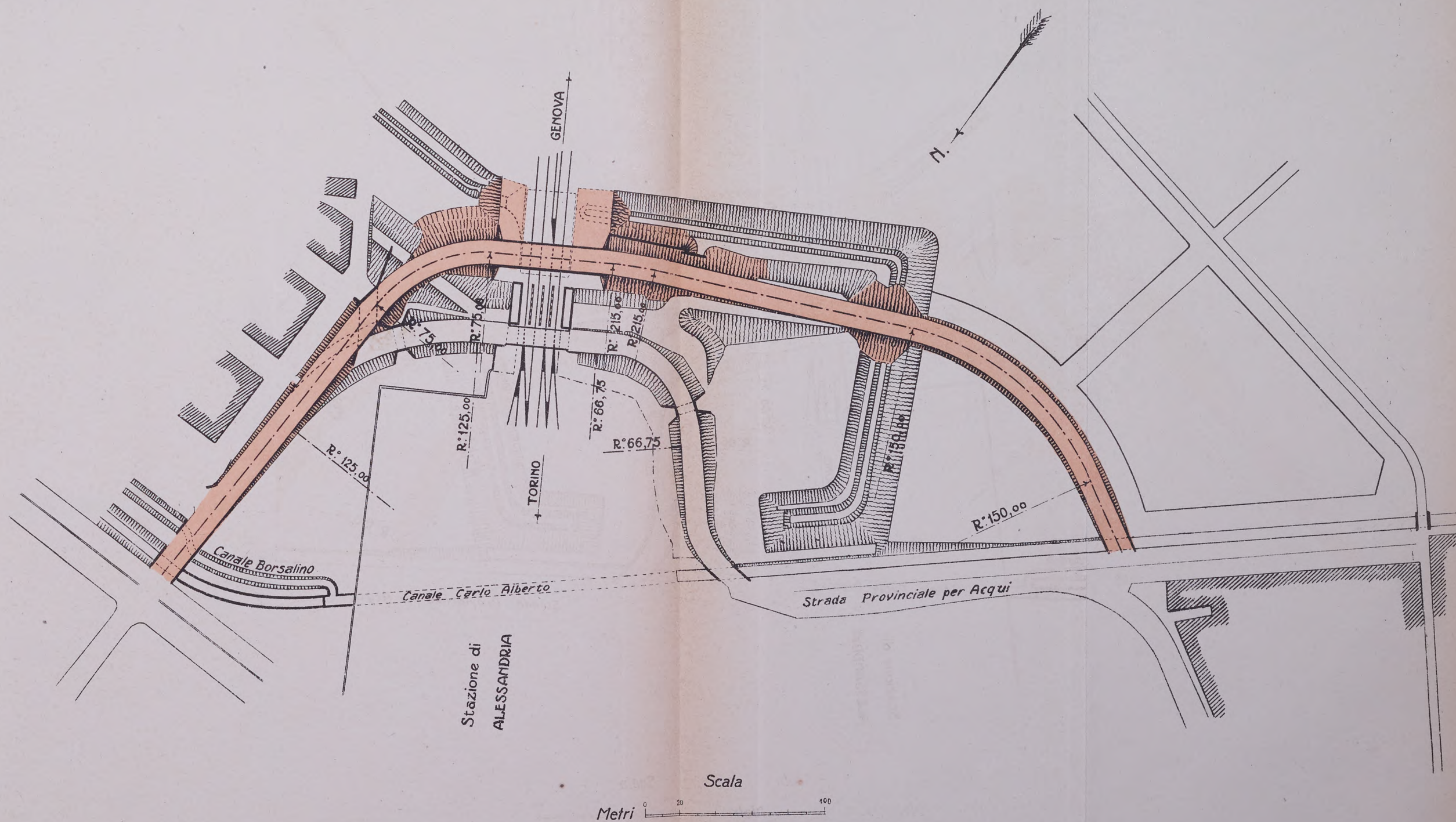
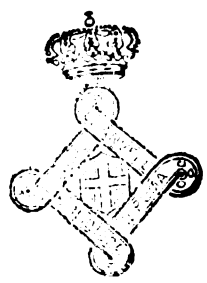
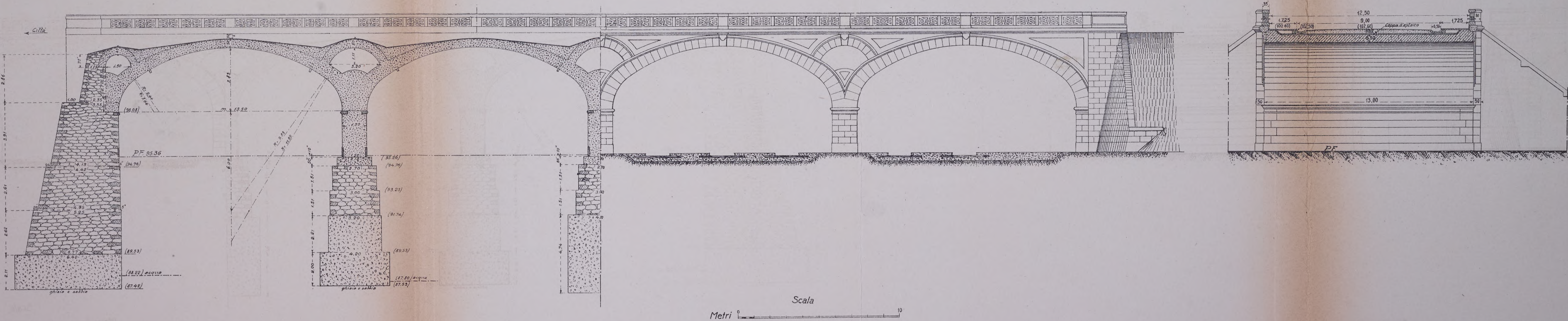
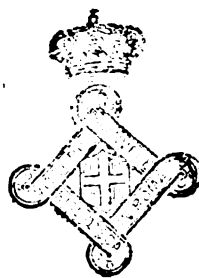
Digitized by Google

CARROZZA DINAMOMETRICA DELLE F. S.

APPARECCHIO KAPTEYN

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923.

Digitized by Google

CARROZZA DINAMOMETRICA DELLE F. S.

SCHEMA DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

Locomotiva

Carrozza dinamometrica

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

CARRELLO A DOPPIA TRASLAZIONE

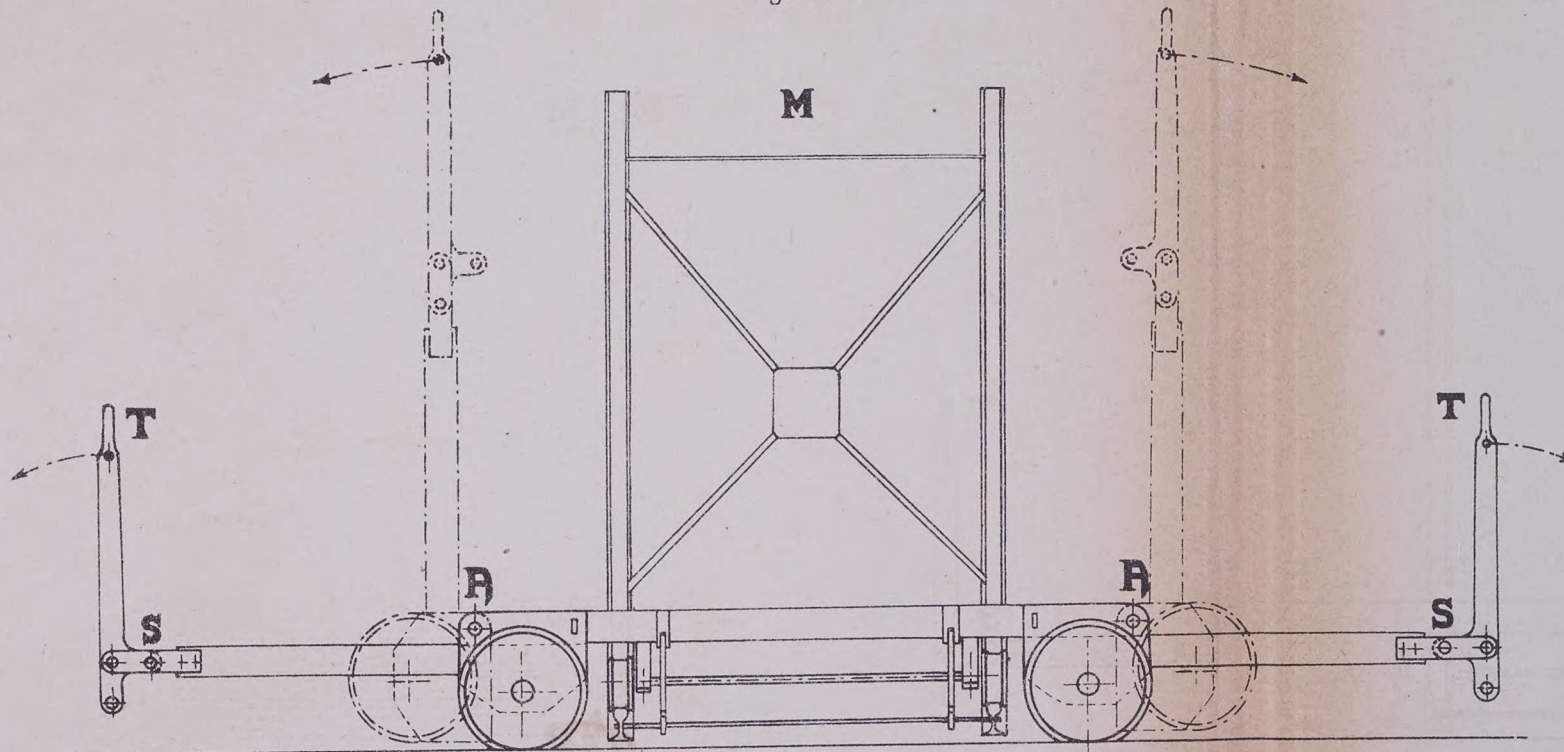
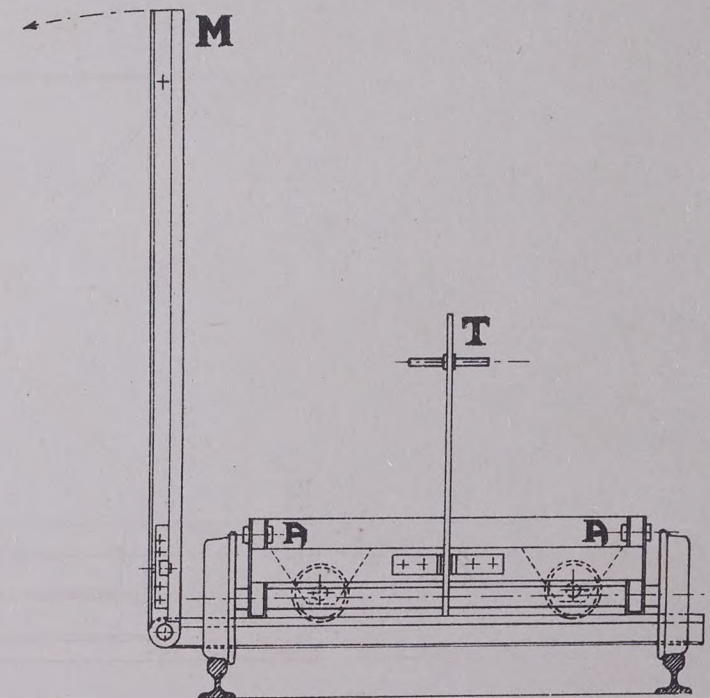
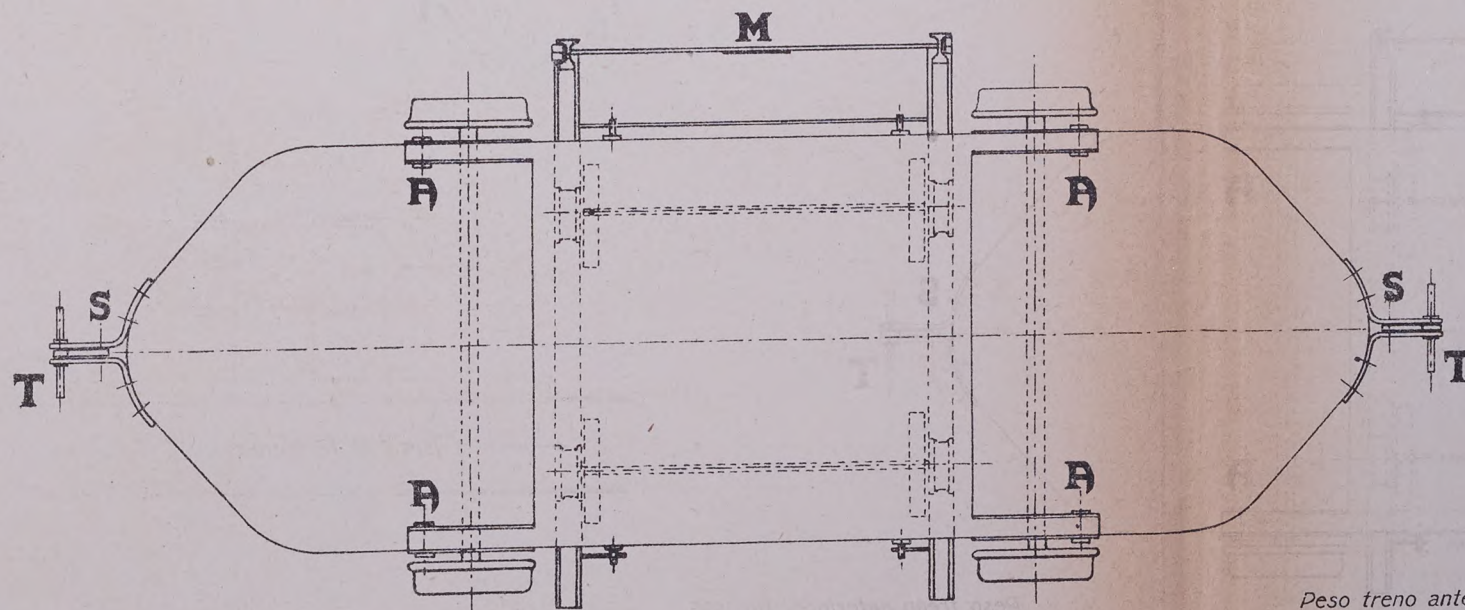
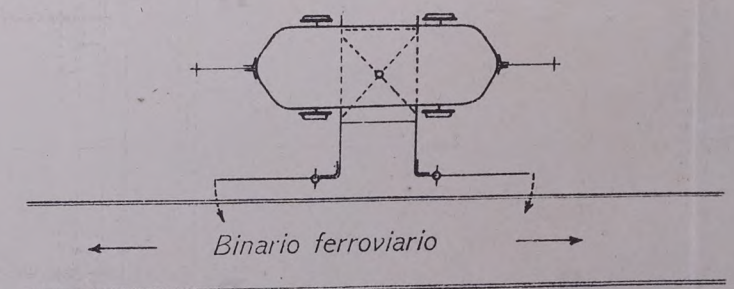
TIPO PASQUALINI

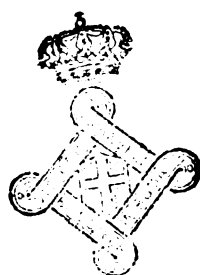
Fig. N. 1

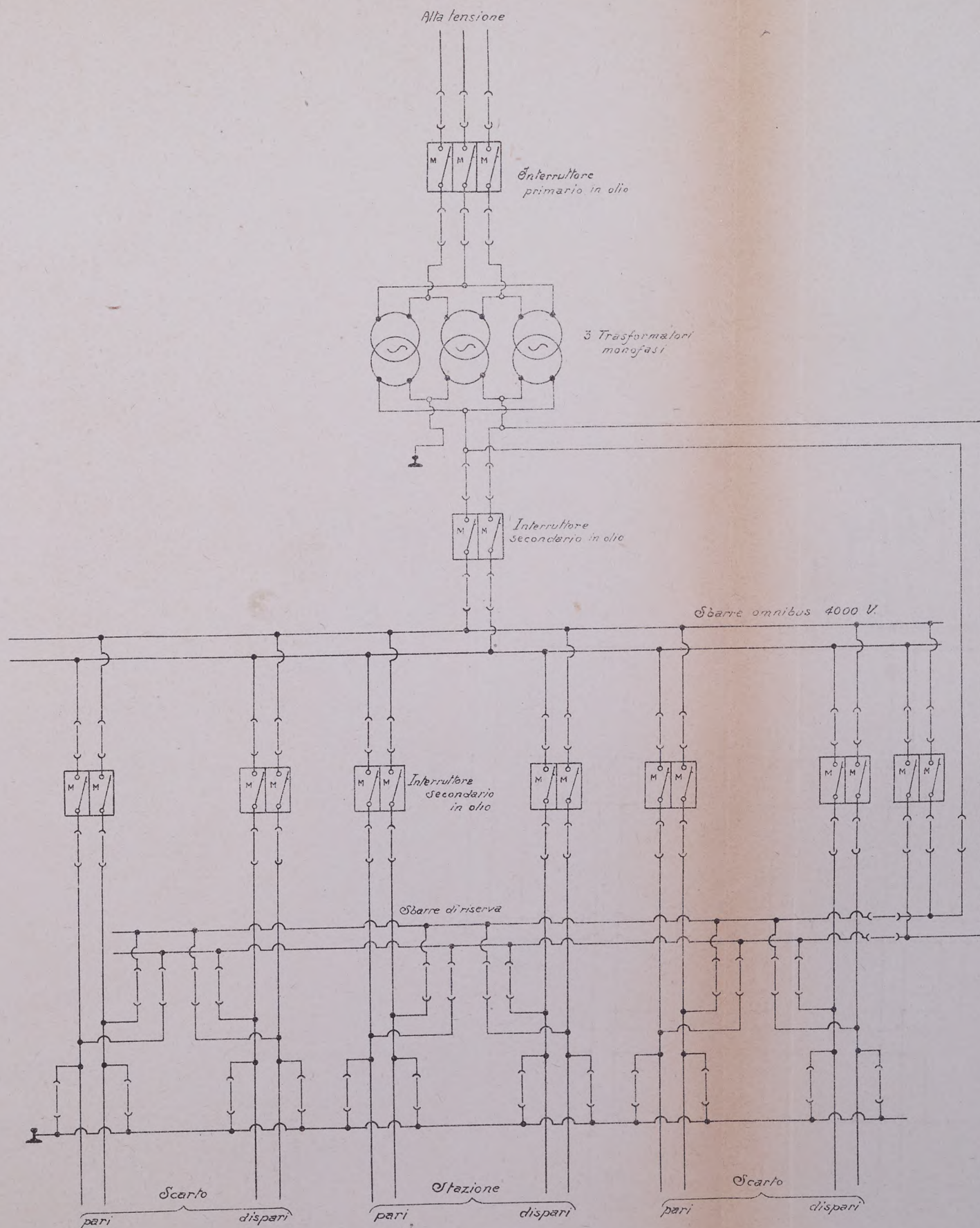
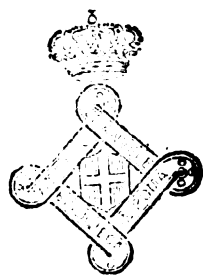
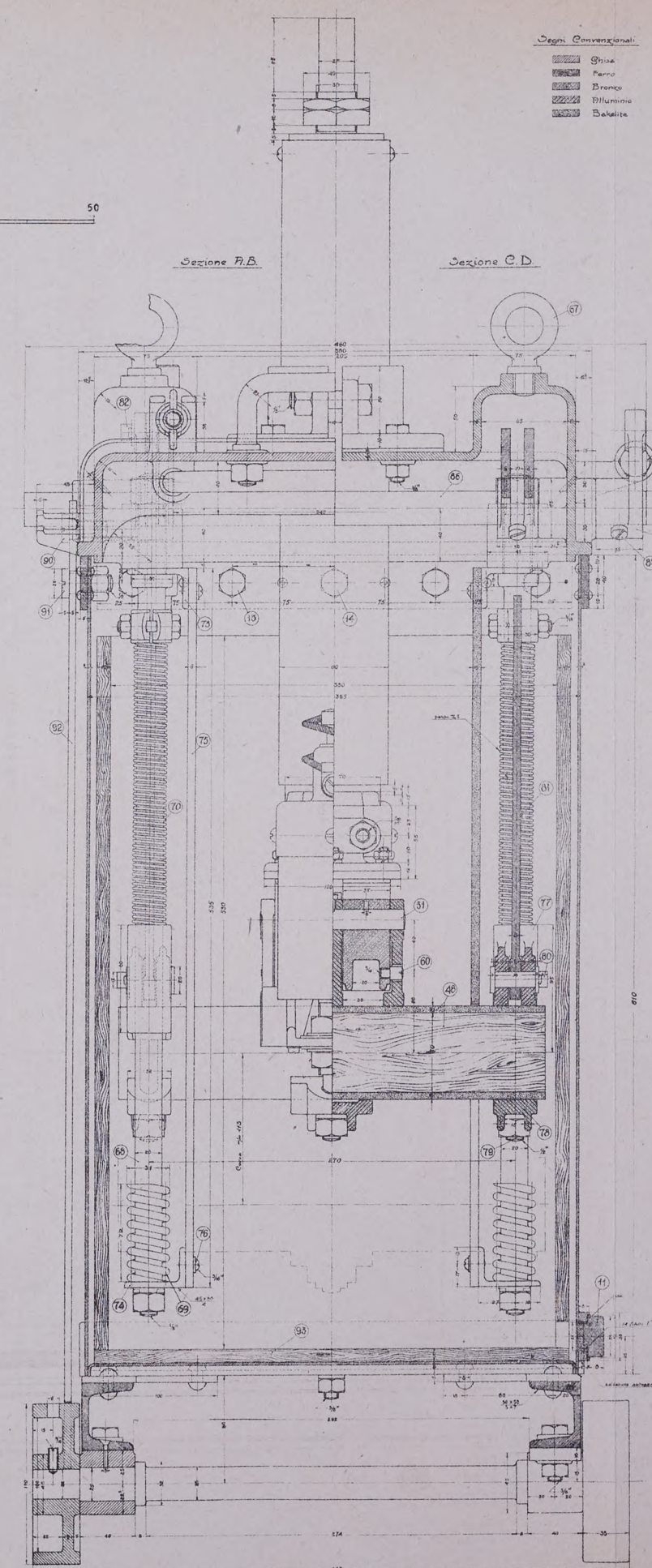
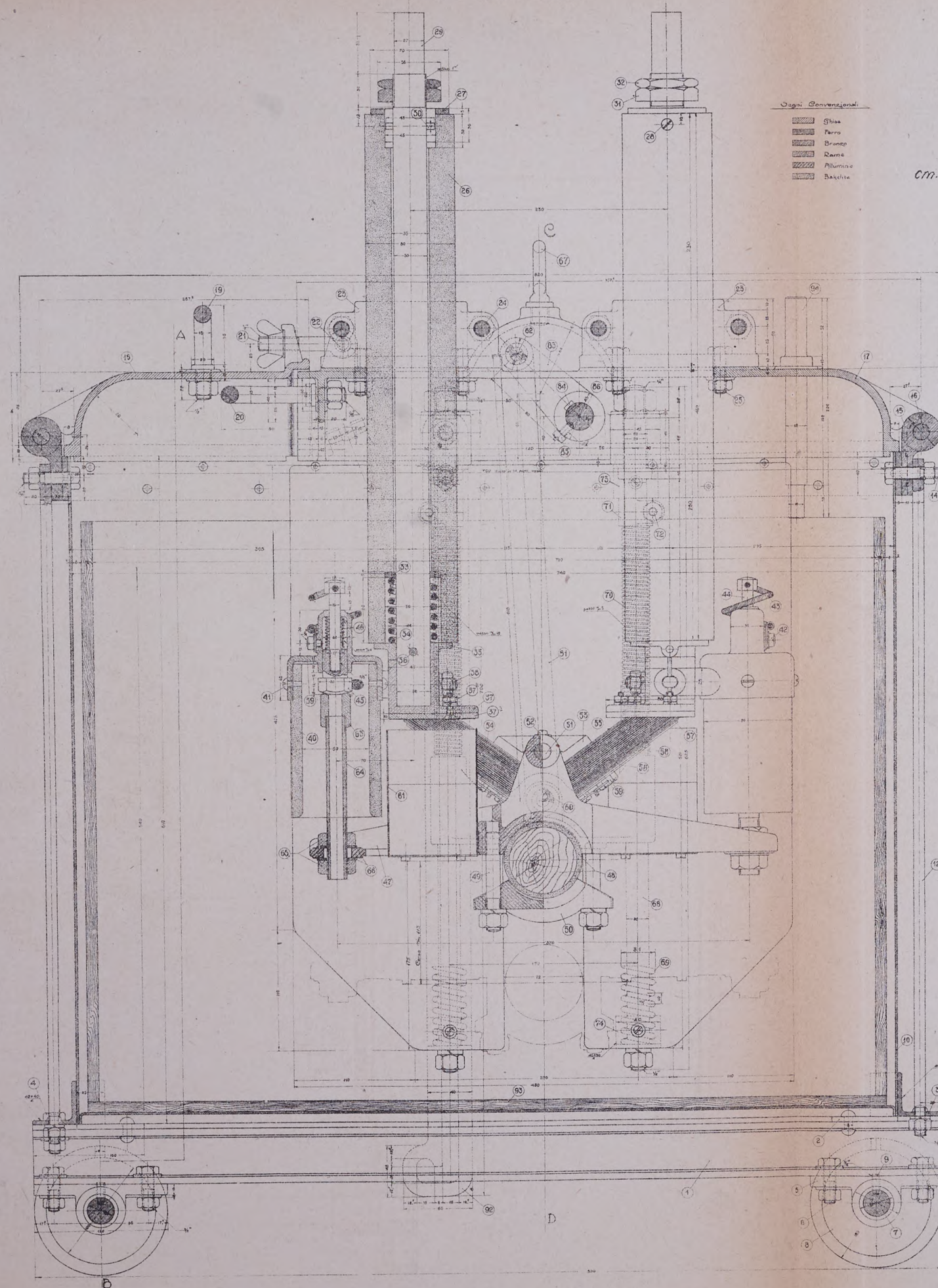
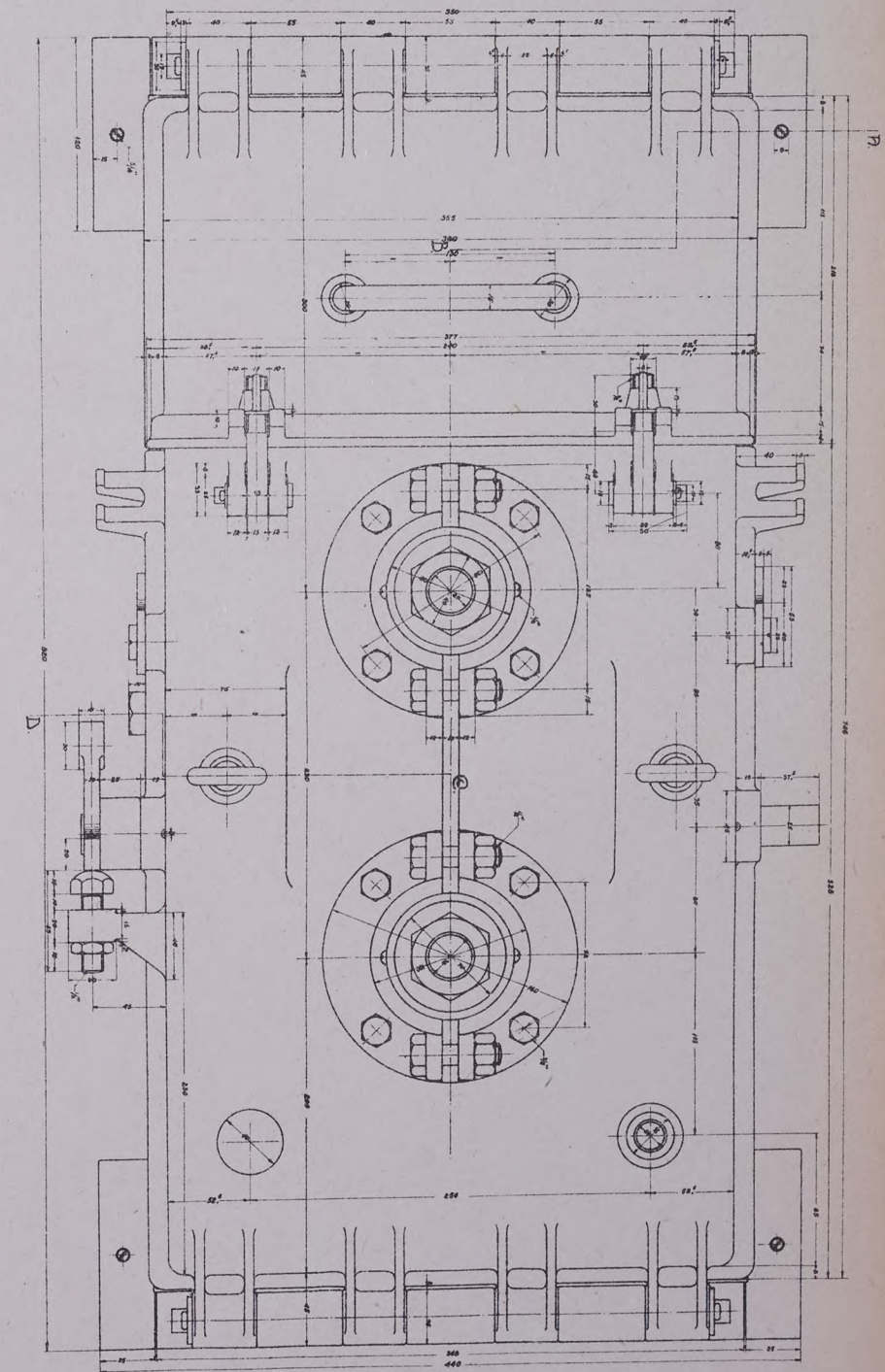
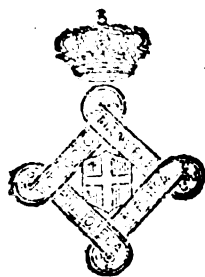
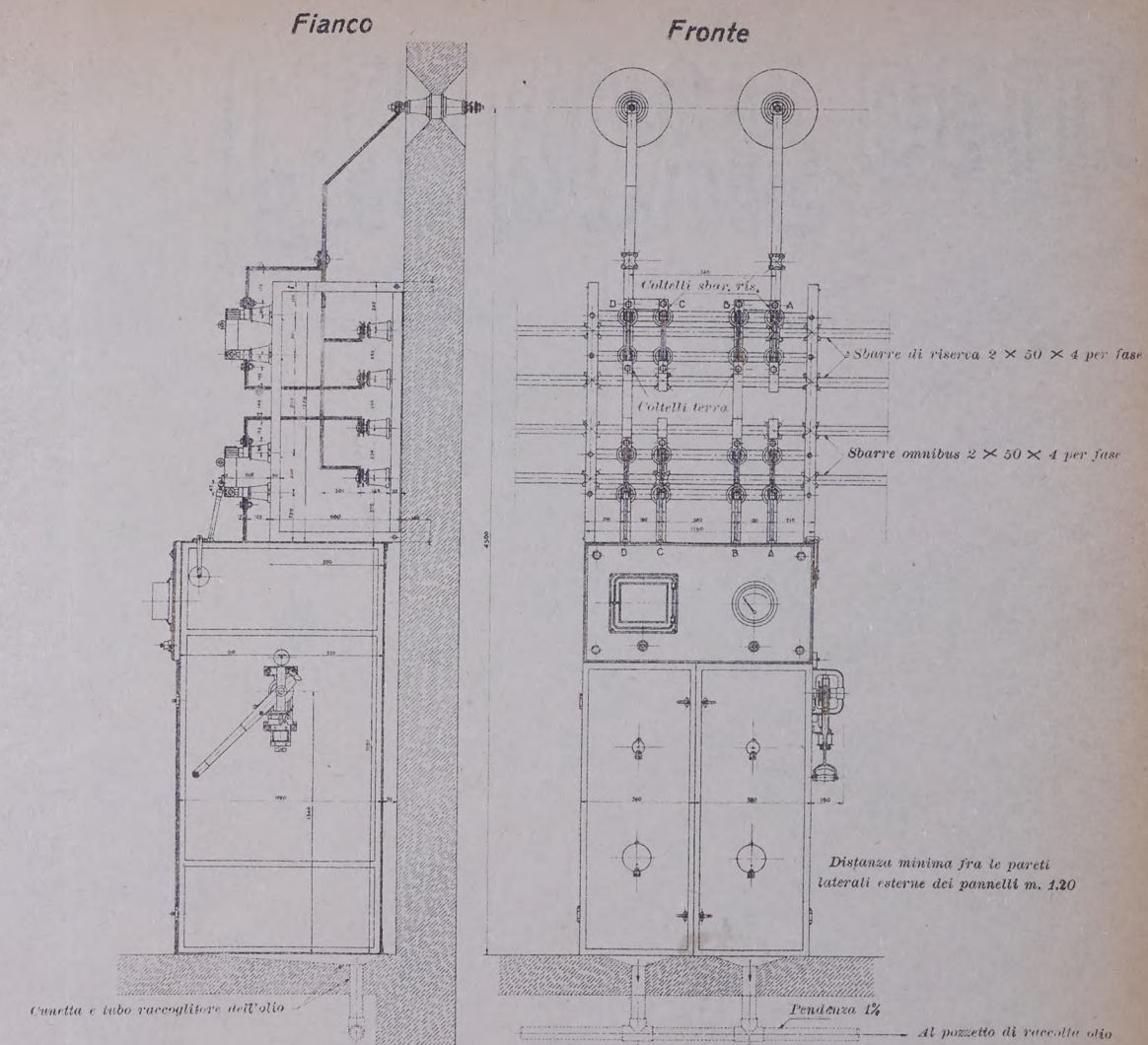
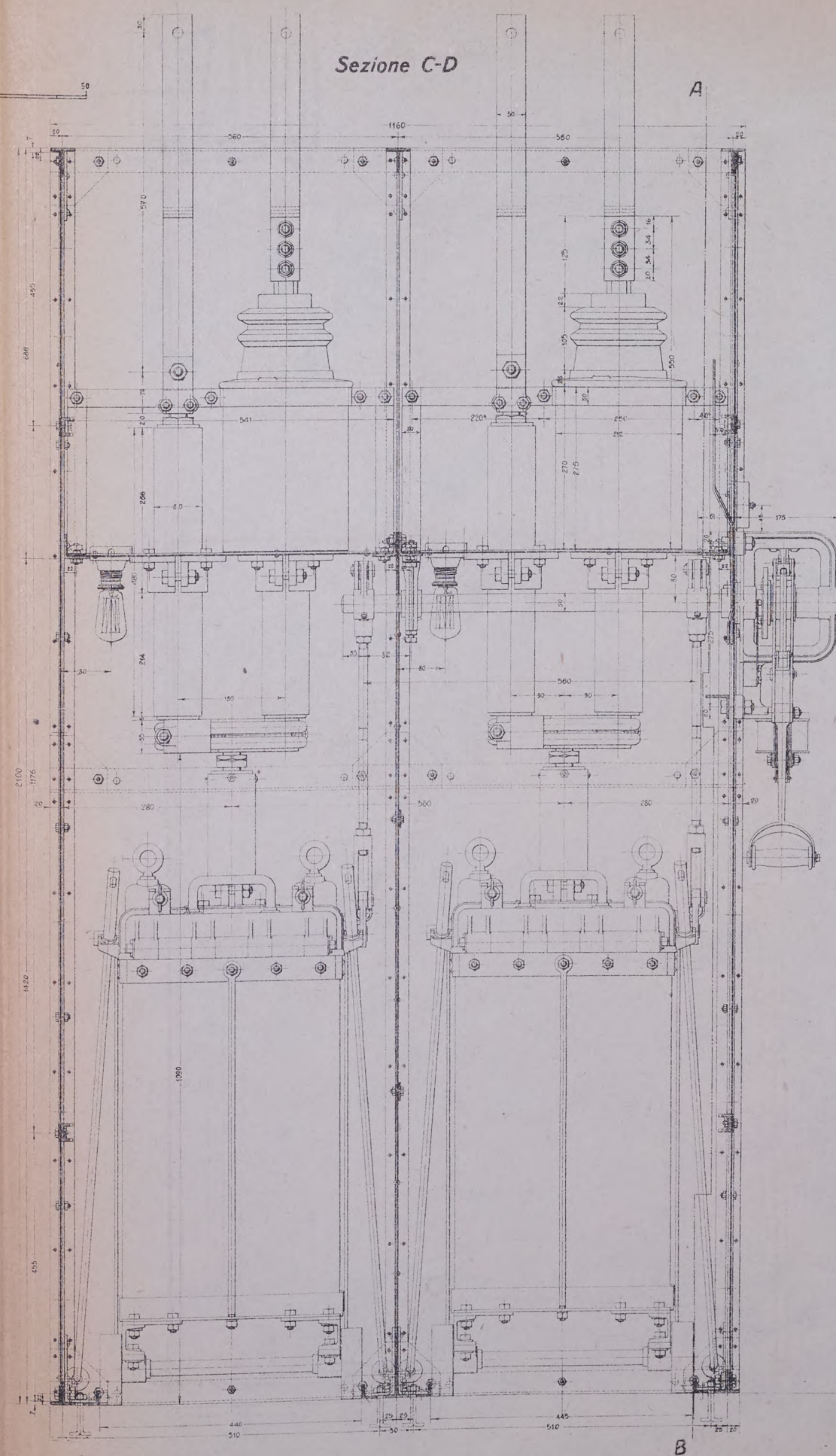
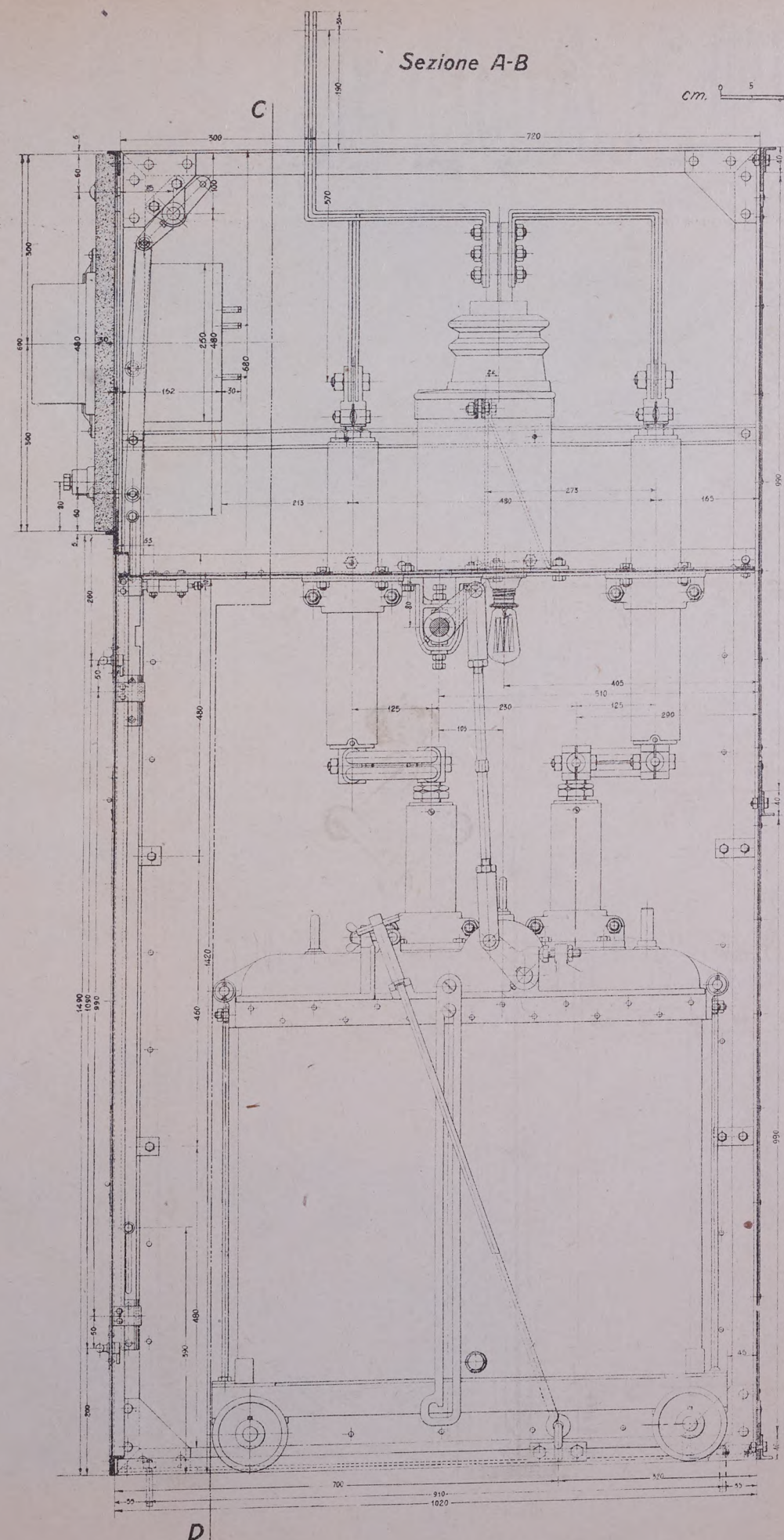
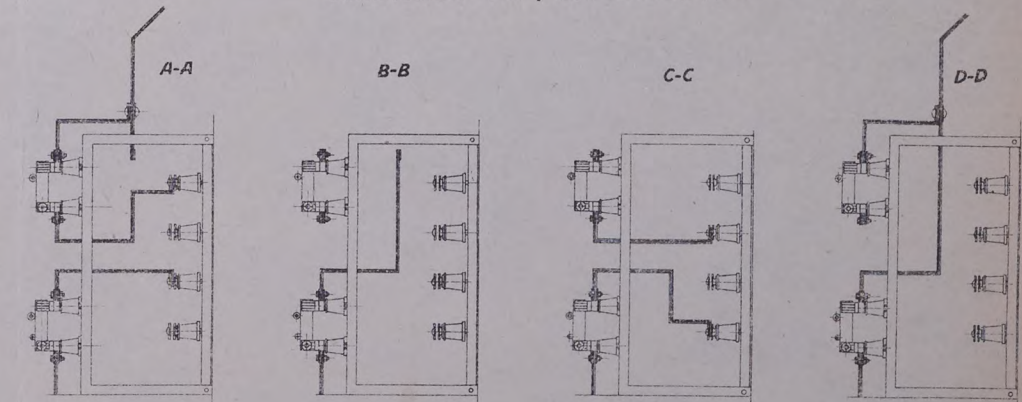
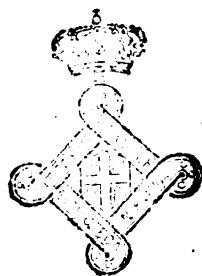
Fig. N. 2

Fig. N. 3

Fig. N. 4

Binario ferroviario

Peso treno anteriore	*Kg.*	*216*
» » *posteriore*	»	*217*
» *parte centrale*	»	*240*
» *campata mobile*	»	*100*
Totale	*Kg.*	*773*

Superficie portante treno anteriore	*mq.*	*1.4000*
» » » *posteriore*	»	*1.4000*
» » *parte centrale*	»	*1.8000*
Totale	*mq.*	*4.6000*

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1923

Digitized by Google

CASA FONDATA NEL 1852

MILANO
Amministrazione:
Via Pasquirolo, 7
Telefono 54

MILANO
Stabilimenti:
Via Carità, 3
Telefono 50-005

CUGINI PRAGA
DITTA CUGINI PRAGA
ASFALTO NATURALE

ROMA
Foro Italico, I-A

VENEZIA
S. Giacomo Dell'Orio, 1643

BOLOGNA
Via Pascoli, 6

BRESCIA — BUSTO ARSIZIO — COMO — LECCO — MENAGGIO — MONZA — NOVARA — PADOVA — PARMA — VARESE

◆ Fabbricazione e applicazione di ASFALTO NATURALE e LAVA METALLICA per pavimenti di terrazze, portici, porticati, cortili, marciapiedi, aje, scuderie, granai, pile, mulini, caseifici, ammazzatoi, stabilimenti industriali, piani di pattinaggio (*skating-Rings*), coperture di fondamenta, intonaci di muri umidi, ecc., ecc.

◆ Il nostro ASFALTO NATURALE è la sola copertura possibile per TERRAZZE — Pei MARCIAPIEDI, è il materiale più adatto perchè economico, igienico e di lunga durata. Da circa 30 anni la nostra Ditta è appaltatrice del Comune di Milano. Fornitrice delle FERROVIE DELLO STATO, GENIO CIVILE e MILITARE

ASFALTO SPECIALE BREVETTATO PER CARREGGIABILI

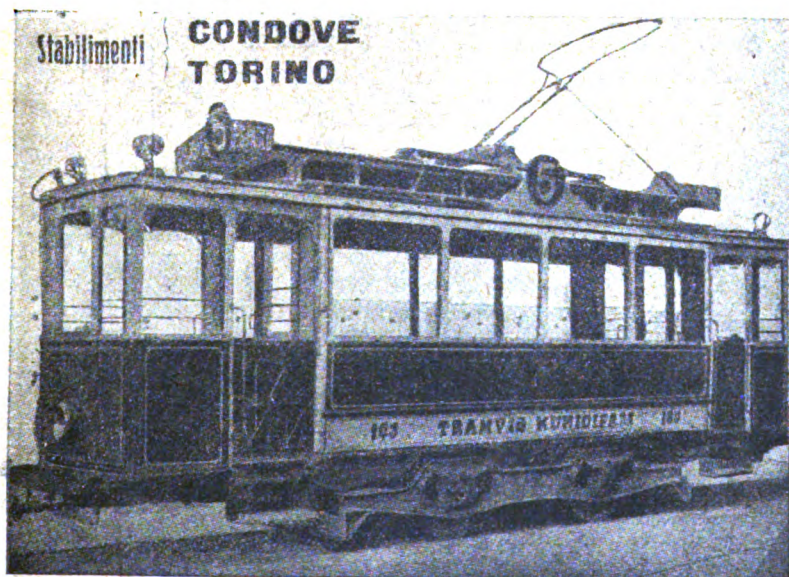
Officine Moncenisio

già Anonima Bauchiero

Società Anonima - Sede in TORINO - Piazza Paleocapa, 1

Capitale L. 20.000.000 interamente versato

STABILIMENTI: CONDOVE — TORINO

Stabilimenti CONDOVE TORINO

Vetture automotrici e rimorchiate per tramvie urbane ed interurbane.

Carrozze, bagagliai, carri a scartamento ridotto per ferrovie principali e secondarie.

Locomotori, trattori, automotori, autocarelli elettrici o con motore a combustione interna per servizio in stabilimenti, miniere, cantieri, cave, ecc.

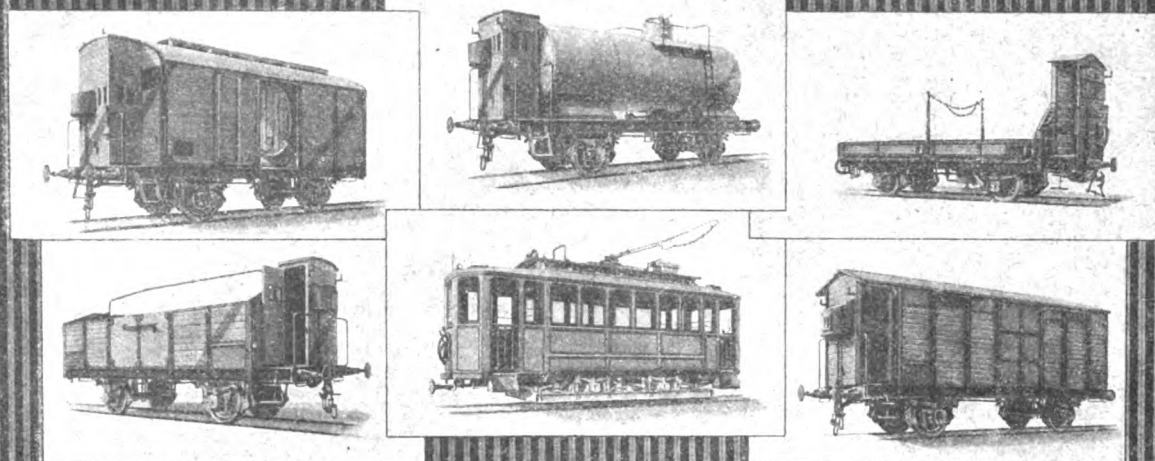
Pezzi di ricambio per veicoli in ferro, bronzo, ottone, alluminio, cuscinetti, apparecchi lubrificatori, ecc.

Materiale d'armamento, piattaforme e scambi – Barriere manovrabili a distanza, apparecchi di segnalazione.

Pali a traliccio, mensole, ecc. per condutture aeree.

Tettoie, grues, ponti scorrevoli, carrelli trasbordatori, costruzioni meccaniche, metalliche, navali, da guerra, aeronautiche.

Digitized by Google

"ANSALDO"
OFFICINA CARRI FERROVIARI
FEGINO (GENOVA)

"Officine Meccaniche"

(già MIANI, SILVESTRI & C. – A. GRONDONA, COMI & C.)

Società Anonima - Capitale L. 40.000.000 versato

Sede e Direzione Generale: MILANO, Via Vittadini, 18

Lettere: CASELLA POSTALE 1207

Telegrammi: MECCANICHE-MILANO – Telefoni: 51-061, 51-062, 51-063, 51-064

OFFICINE DI MILANO

VIA VITTADINI, 18

Costruzione e riparazione di locomotive a vapore ed elettriche, carrozze di lusso e comuni, bagagliai, carri ordinari e speciali, carri serbatoi per ferrovie e tramvie. - Turbine a vapore "Belluzzo" per tutte le applicazioni. - Locomobili e motori O M per macchine agricole e industriali - Caldaie a vapore. - Impianti industriali. - Costruzioni metalliche. - Pezzi fucinati e stampati. - Getti di ghisa, alluminio, bronzo ed altre leghe.

OFFICINE DI BRESCIA

FABBRICA AUTOMOBILI O. M.

SOBBORGO S. EUSTACCHIO

Lettere: CASELLA POSTALE 124 - Telegrammi: MECCANICHE-BRESCIA – Telefoni: 372, 696, 298

Costruzione e riparazione di automobili, autobus e autocarri marca OM - Carrozzerie per automobili - Motori – Parti di ricambio.

Digitized by Google